

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroniky

Absolvování individuální odborné praxe

Individual Professional Practice in the Company

Zadání bakalářské práce

Student:

Tomáš Verner

Studijní program:

B2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

2602R014 Aplikovaná a komerční elektronika

Téma:

Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the Company

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: HELLA AUTOTECHNIK, s. r. o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosazené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

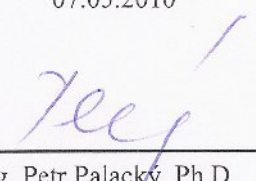
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Petr Palacký, Ph.D.**

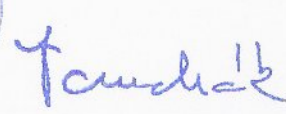
Konzultant bakalářské práce: Ing. René Dadák

Datum zadání: 20.11.2009

Datum odevzdání: 07.05.2010




doc. Ing. Petr Palacký, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Ivo Vondrák, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě 7. května 2010

.....
Tomáš Verner

Poděkování

Touto cestou bych moc rád poděkoval konzultantovi mé bakalářské práce panu Ing. René Dadákovi, dále panu Dr. Markovi Olivíkovi a Ing. Adamovi Jánskému za odborné vedení po celou dobu absolvování odborné praxe, za vstřícnou spolupráci a ochotu a za jejich odborné rady, bez kterých by se moje práce neobešla.

Abstrakt

Tato bakalářská práce pojednává o absolvování individuální odborné praxe ve firmě Hella Autotechnik, s. r. o. Mohelnice, kterou jsem vykonával, protože studuji na VŠB – TU v Ostravě obor Aplikovaná a komerční elektronika, na oddělení LME (LED module elektronik), které se zabývá vývojem světlometů pomocí LED aplikací pro automobilový průmysl. Účelem odborné praxe bylo získání praktických dovedností a nabytí zkušeností z praxe. Pro každého z nás jsou důležité jak teoretické znalosti, tak i praktické zkušenosti, kterými si teoretické znalosti při praktickém vykonávání úkolů blíže osvojíme a lépe zapamatujeme. V jednotlivých kapitolách práce se zabývám popisem odborného zaměření firmy a pracovním zařazením ve společnosti. Dále jsou zde popsány úkoly, které mi byly v průběhu absolvování odborné praxe zadány, jako například návrh třetího brzdového světla, či elektrická a termografická měření různých vzorků plošných spojů osazených SMD technologií a následují postupy řešení jednotlivých úkolů, které jsem při provádění těchto úkolů uplatnil. Také zde popisuji znalosti a dovednosti, které jsem získal v průběhu mého studia, uplatněné během odborné praxe a taktéž znalosti, které jsem díky řešení úkolů získal a také znalostí, které mi v průběhu praxe chyběly. V poslední části se zabývám dosaženými výsledky a celkovým zhodnocením absolvování odborné praxe.

Klíčová slova

Odborná praxe, Hella autotechnik,s.r.o., praktické zkušenosti, MicroCap, LED diody, elektrická měření, plošné spoje, SMD elektronické součástky, termokamera, goniofotometr, termografická měření

Abstract

This bachelor thesis deals with the topic of my individual practical training experience which I have accomplished at Hella Autotechnik, s. r. o. Mohelnice. I was attending this practical training experience because I study at Technical University of Ostrava, department of Electrical Engineering, study combination: Applied and Commercial Electronics. This department occupies oneself with developing headlamps for car industry by using LED application. The main purpose of this practical training experience was to gain practical skills and experiencing the working environment. It is important for each of us to have theoretical knowledge as well as practical skills because it is easier to remember and much easier to acquire particular aptitude by doing practical tasks. In individual chapters of my bachelor thesis, I mainly concentrate on description of professional focus of this company and on working inclusion in society. Further more in my bachelor thesis, there are described individual tasks which I had been commissioned during my practical training experience. I did tasks such as a project of third break light, electrical and thermal measurement of different samples of printed conductors bedded by the SMD technology and following procedure of solutions for individual tasks which I applied during executing those tasks. In addition, I describe knowledge and attainments which I have gained during my university educational process and alleged during the practical training experience. Not only do I mean the attainments which I gained while doing those practical tasks but also some attainments which I was missing during the practical training experience. In the last part of my bachelor thesis I deal with achieved results and overall recapitulation of undertaken individual practical training experience.

Keywords

Professional practice, Hella autotechnik,s.r.o., practical skills, MicroCap, LED diodes, electrical measurement, printed circuit, SMD electronic parts, thermocamera, goniophotometer, thermal measurement

Seznam použitých symbolů a zkratk

3D	-	trojrozměrný obraz
AFS	-	první generace adaptivních světlometů vybavených natáčecími bi-xenony
AFS2	-	druhá generace adaptivních světlometů vybavených natáčecími bi-xenony
CAE	-	specialisté na podporu počítačového inženýrství (Computer Aided Engineering)
CAN	-	sériová datová sběrnice
DRL	-	denní svícení
EMC	-	elektromagnetická kompatibilita
HAN	-	Hella Autotechnik Nova – výrobní závod
HAT	-	Hella Autotechnik,s.r.o., - vývojová část, včetně měření a testování
HCC CEE	-	Hella corporate Center Central & Eastern Europe - podpora IT, služby nákupu, financí atd.
IT	-	informační technologie
LED	-	svítivá dioda – (Light Emitting Diode) - elektroluminiscenční dioda
LME	-	LED module electronics
PCB	-	deska plošných spojů
PWM	-	pulzně šířková modulace
SMD	-	součástky pro povrchovou montáž plošných spojů
I	-	elektrický proud [A]
I	-	svítivost [cd]
P	-	elektrický výkon [W]
R	-	elektrický odpor [Ω]
t	-	čas [s]
U	-	elektrické napětí [V]

Obsah

1. Úvod	1
2. Popis odborného zaměření firmy a popis pracovního zařazení studenta	3
2.1 Popis odborného zaměření firmy	3
2.1.1 Vývoj světlometů	4
2.1.2 Elektronika pro osvětlovací techniku	5
2.1.3 Okénko do historie	6
2.2 Popis oddělení a pracovního zařazení	6
3. Zadané úkoly v průběhu praxe	7
3.1 Testování vzorků desek plošných spojů pro BMW E70	7
3.2 VA charakteristika LED diody LAE6SF	7
3.3 Simulační program MicroCap	7
3.4 VA charakteristika LED diody LWW5SM	7
3.5 Osazování desek plošných spojů VW361	7
3.6 Práce s termokamerou – termografická měření	7
3.7 Úprava vzorků desek plošných spojů Ford Mondeo	7
3.8 Návrh třetího brzdového světla BMW E70	7
4. Zvolený postup a řešení zadaných úkolů	8
4.1 Testování vzorků desek plošných spojů pro BMW E70	8
4.2 VA charakteristika LED diody LAE6SF	15
4.3 Simulační program MicroCap	20
4.4 VA charakteristika LED diody LWW5SM	21
4.5 Osazování desek plošných spojů VW361	26
4.6 Práce s termokamerou – termografická měření	28
4.7 Úprava vzorků desek plošných spojů Ford Mondeo	30
4.8 Návrh třetího brzdového světla BMW E70	33
5. Uplatněné znalosti a dovednosti na odborné praxi získané v průběhu studia	36
6. Scházející znalosti a dovednosti v průběhu odborné praxe	36
7. Závěr	37
7.1 Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe	37
7.2 celkové zhodnocení	37
Seznam použité literatury	38
Seznam obrázků	39
Seznam tabulek	40
Seznam příloh	40

1. Úvod

Jako téma své bakalářské práce jsem si vybral, respektive zvolil možnost absolvování individuální praxe ve společnosti, jejíž činnost svým zaměřením odpovídá mému studijnímu zaměření na vysoké kole. Protože studuji na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě v Ostravě, a to obor Aplikovaná a komerční elektronika, na který jsem navázal po absolvování střední průmyslové školy elektrotechnické, proto jsem si vybral absolvování praxe ve společnosti HELLA AUTOTECHIK, s.r.o. Mohelnice. Po domluvě s vedením katedry Elektroniky (430) a konzultacích ve společnosti Hella, jsem byl, v rámci odborného zaměření, přiřazen k týmu, který vyvíjí a navrhuje LED aplikace do světlometů pro automobily.

Jakékoliv LED aplikace jsou v nynější době velice populární a moderní řešení využití prostředků pro osvětlovací techniku. Tato moderní technika zasáhla také automobilový průmysl, který se v posledních letech čím dál více věnuje právě použitím LED technologií, jak ve vývoji automobilových světlometů, ale také v nemalé míře osvětlením vnitřních částí automobilu, a to jako podsvícení přístrojových desek, osvětlení vnitřního prostoru vozidla apod. Od osvětlení klasickými žárovkami pomalu, ale jistě upouští a nahrazují je právě aplikace LED.

Velikou výhodou LED aplikací jsou bezesporu výhodné vlastnosti samotných LED diod. LED dioda se rozsvítí okamžitě po připojení napětí a její velká výhoda je v její životnosti, což je 50 000 až 100 000 hodin svitu, to odpovídá přibližně 10 rokům nepřetržitého svitu. Tato hodnota je velice zajímavá v poměru se svitem žárovek, které mají asi stokrát menší životnost. Navíc běžné žárovky jsou mnohem náročnější na spotřebu elektrické energie. Pro srovnání, žárovka má výkon 40-100W, a dioda má kolem 70mW. Samozřejmě jestliže používáme aplikace s LED, tak se většinou používá jejich větší množství a celkový výkon svítidla je do 10W. Jejich další velikou výhodou je účinnost 80-90% a vysoká odolnost proti opakovanému spínání. Další vlastností diod, je třeba zmínit úzce směřovaný kužel světla (při kterém se úhel vyzařování pohybuje běžně od 10 do 120°, světlo ze zdroje dopadá na plochy, které osvětlené být mají), mají malé rozměry, jsou odolné vůči otřesům a vibracím, je jednoduché ovládání výkonu prostřednictvím přídavné elektroniky. Také v neposlední řadě je velice minimální až nulové riziko pro životní prostředí během likvidace LED, které už neplní svoji funkci. LED diody mají také své nevýhody, mezi které patří vyšší pořizovací náklady (počítáno v ceně za 1 lumen), vůči klasickým světelným zdrojům. Dalším nákladem jsou, jelikož jedna LED dioda by nám ve větším množství aplikací nestačila, proto se používá větší množství. Ale když si propočítáme celkové náklady k provozu a udržování LED, jsou několika násobně nižší než při aplikacích s klasickými žárovkami a halogenovými světly. Také další nevýhodou je, že zvláště modré a bílé LED mohou dokonce i poškodit zrak, jelikož lidské oko je daleko citlivější na tyto barvy. Světlo z bílé LED diody může zkreslovat barvy. Mezi další nevýhody patří, že výkonnost LED závisí na teplotě, a když se LED používají na hranici své proudové zatížitelnosti, to může vést k přehřátí a následné nefunkčnosti zařízení či destrukci samotné diody. Proto je nutné zajistit v takovém případě dobré chlazení, a to se také týká světlometů v automobilech, jejich spolehlivosti a funkčnosti, které musí fungovat v širokém rozsahu provozních teplot.

Situace v oblasti praktického využití LED se začala překotně vyvíjet cca. od začátku 21. století, kdy se na trhu objevily první vysokovýkonné diody za přijatelnou cenu. Poměrně rychle přišly aplikace v rámci automobilového průmyslu, mimo jiné osvětlení palubní desky, čtecí lampičky, blikáče nebo koncové svítidly vozů. Na bázi LED začaly pracovat bateriové svítidly,

u nichž nová technologie dramaticky zvýšila provozní dobu bez nutnosti dobíjení nebo výměny baterií. Levné, spolehlivé a trvanlivé diodové blikačky podstatně vylepšily bezpečnost cyklistů a chodců. S postupným nárůstem výkonů součástek přišly experimenty s vývojem diodových světlometů, které by dokázaly nahradit halogenové žárovky v dálkových a tlumených reflektorech automobilů. Dalšími vývojovými metami jsou náhrady žárovek a zářivek (trubicových výbojek) v osvětlovacích tělesech pro domácnosti nebo průmyslové aplikace a na dosah ruky je ukončení vývoje pouličních osvětlení na bázi LED.

Přece jenom stále ještě omezený výkon dnešních vysokovýkonných diod nutí konstruktéry sdružovat je do větších celků, složených z většího počtu jednotlivých zdrojů světla. Určitá omezení vyplývají i z nároků diod na účinné chlazení. Z toho plynou zatím větší rozměry ekvivalentů vláknových žárovek ve srovnání s jejich neefektivními předchůdci. Cenu LED navyšují také speciální zdroje, které mění střídavý proud na stejnosměrný pro napájení diod. Obecně ale můžeme říci, že při započtení vstupních nákladů, ceny spotřebované elektřiny, poplatků za ekologickou likvidaci a potřeby údržby není dnes aplikace, kde by staré technologie mohly LED v celkovém součtu konkurovat. LED svítidla přinesou trvanlivost, odolnost vůči nárazům a vibracím, nízké nároky na velikost přiváděného proudu (lze používat mnohem tenčí = levnější vodiče), možnost navrhnout ladění a barvu osvětlení přesně dle požadavků nebo ji u některých typů diod za provozu libovolně měnit, stmívatelnost, zcela nový pohled na design svítidel, stálé – neblíkové světlo, minimální tvorbu odpadního tepla, aplikovatelnost i do těžko přístupných míst a hlavně výraznou úsporu na účtech za spotřebovanou elektřinu. [4]

Zde bych se chtěl ještě zmínit o světlech pro denní svícení, které společnost HELLA začala v roce 2007 také produkovat. Momentálně nabízí různá kulatá a hranatá světla pro DRL. Tyto světla jsou dobrou alternativou zákonného používání potkávacích světel ve dne. Odběr hlavního světlometu je cca. 150W, je to docela vysoké číslo, a při tomto způsobu je také aktuální zhoršující se spotřeba automobilu. LED pro DRL má silně rozptýlený tok světla netvořící kužel jako u běžných světel, a tok LED světlometu při DRL neoslňuje proti jedoucího řidiče a dostatečné kvalité zajišťuje zákonnou podmínku pro denní svícení. Výhodou je úspora energie a případná úspora žárovek a výbojek v hlavním světlometu.

V tomto úvodu jsem se více či méně zaměřil právě na aplikace LED diod a jejich vlastností, protože tento moderní směr využití právě LED diod je velice zajímavý a díky možnosti absolvování odborné praxe právě ve firmě Hella Autotechnik, s.r.o. jsem se tento směr začal ve větší míře sledovat.



Obr.č.1 – Přídavná LED světla pro DRL svícení

V odborné praxi, kterou jsem absolvoval, se nezabývám, respektive úkoly, které mi byly zadány se nezabývají pouze LED diodami a jejich využitím a aplikacemi, ale také oblastmi, které jsou potřebné pro zdárné dokončení různých úkolů, které mi byly zadány. Ty jsou popsány dále v této práci.

2. Popis odborného zaměření firmy a popis pracovního zařazení studenta

2.1 Popis odborného zaměření firmy

Firma HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o. Mohelnice byla založena v roce 1992 jako stoprocentní dceřiná společnost německého koncernu HELLA KGaA Hueck & Co. Strategickým rozhodnutím vedení HKG bylo následovat firmu Volkswagen do České republiky a založit zde závod na výrobu světelné techniky pro nové typy vozů Škoda Auto, a.s. Tento strategický cíl byl realizován v průběhu let 1992 - 1994, kdy byl vystavěn závod v Mohelnici a zavedena výroba světlometů, zadních světlů, blinkrů a ostřikovačů světlometů pro vozy Škoda Felicia. Úspěšné zvládnutí tohoto projektu bylo odrazovým můstkem pro získání dalších zakázek pro zákazníky z celé automobilové branže.



Obr.č.2 – Společnost Hella Autotechnik, s.r.o. Mohelnice

Světlomety vyrobené v Mohelnici můžete najít na automobilech značek Volkswagen, Cadillac, Ford, Jaguar, Land Rover, Renault, Audi, Nissan, Mitsubishi, Volvo, DAF, Scania, Škoda a dalších. Audity a certifikace od renomovaných organizací považujeme za samozřejmost a chápeme jako vstupenku do klubu strategických dodavatelů automobilek.

V rámci podnikatelského sdružení Hella Mohelnice mezi sebou úzce spolupracují firmy HELLA AUTOTECHNIK NOVA (HAN - zjednodušeně výrobní závod), HELLA AUTOTECHNIK (HAT - vývojová část včetně měření a testování výrobků) a Hella corporate Center Central & Eastern Europe (HCC CEE - podpora IT, služby nákupu, financí, atd.). Od roku 2001 se HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o. podílela spolu s mateřskou firmou stále větší mírou na procesu vývoje výrobků. Výsledkem posouzení schopností naší společnosti z hlediska vývoje výrobků bylo rozhodnutí o zásadní reorganizaci dílčího vývojového střediska HELLY AUTOTECHNIK, s.r.o. na zřízení uceleného vývojového centra za účelem poskytnutí komplexního servisu současným i budoucím zákazníkům.

Nedílnou součástí bylo dále rozhodnutí, aby vybudované vývojové kapacity byly doplněny o ucelený řetězec vývojových služeb včetně komplexního měření a testování výrobků. Není také bez zajímavosti, že kapacitní možnosti vývoje dovolují, aby naše společnost byla dodavatelem vývojového servisu výrobků i sesterským společností v rámci koncernu HELLA. [1]



Obr.č.3 – Mapa České republiky s vyznačením umístění Helly Autotechnik,s.r.o. Mohelnice

2.1.1 Vývoj světlometů

Automobilová osvětlovací technika zažívá v současné době období rychlého technického vývoje. V devadesátých letech byly na trh uvedeny xenonové a bi-xenonové světlomety a kolem roku 2003 se objevila první generace adaptivních světlometů vybavených natáčecími bi-xenony (AFS).

V roce 2007 se na silnicích objevily první auta vybavená 2. generací AFS světlometů – rozložení světla na vozovce se mění podle podmínek jízdy, přibýlo dálniční světlo a několik dalších módů světelného svazku. Hella Autotechnik s.r.o. je dodavatelem světlometu Škoda Superb, který je vybaven systémem adaptivních světlometů AFS2.

Ve stále větší míře se pro vnější osvětlení vozidla používají svítící diody (LED). Oproti klasickým žárovkám mají LED diody delší životnost a vyšší světelnou účinnost. Světelný výkon bílých LED diod se posledních letech zvýšil natolik, že je možné realizovat tlumené a dálkové světlo využívající vícečipové LED diody – automobilky Lexus Audi a Cadillac mají tyto světlomety na svých vozech. Firma Hella dodává LED světlomety právě pro Cadillac Escalade. Světlomety a svítlny využívající LED diody nabízejí také nové možnosti designu vozu a dávají automobilkám lepší možnost vytvořit vlastní identitu („podpis“) značky. Jako příklad uveďme kruhové parkovací světlo ve světlometech BMW: použití LED diod při konstrukci takových

prvků odpadají některá technická omezení žárovek (teplo, zástavbový prostor, ...), proto se u nových modelů přechází na LED diody.



Obr.č.4 – Ukázka světlometu – světlomet Audi A8

Osvětlení nově vyvíjených aut musí také splňovat stále náročnější provozní podmínky (např. vyšší teploty) a musí se vejít do stále menšího prostoru. Také čas pro vývoj se postupně zkracuje a vývoj je stále víc založen na počítačových modelech a výpočtech. Světlomety a svítilny jsou výrazným stylistickým prvkem vozu a tomu odpovídá pozornost, kterou jim věnují designéři. Všechny tyto vlivy a faktory dělají ze světlometů výrobek, který je zajímavý pro odborníky z různých oborů. Při vývoji světlometu se uplatní konstruktéři, optičtí inženýři a fyzici, elektronici, CAE specialisté, grafici a projektoví manažeři. [2]

2.1.2 Elektronika pro osvětlovací techniku

Vývoj xenonových výbojek pro automobilový průmysl byla první oblast, která vyžadovala širší zapojení odborníků na elektroniku do vývoje světlometů. Hella vyvíjí a vyrábí vlastní předřadníky a startéry pro xenonové výbojky. Další aplikace elektroniky pro vnější osvětlení souvisí se zaváděním LED technologií: LED diody vyžadují poměrně přesné řízení napájecího proudu. To se obvykle realizuje pomocí DC-CD převodníků a různých zdrojů konstantního proudu. Hardware inženýři Hella používají software Micro-Cap pro simulace elektrických obvodů a softwaru fy Cadence pro návrh layoutu PCB. Řídící elektronika pro LED a xenony musí splňovat přísné normy elektromagnetické kompatibility (EMC), proto i testování a validace těchto komponent vyžaduje rozsáhlé znalosti a zkušenosti v oblasti elektrických a radiotechnických měření. Moderní adaptivní světlomety vyhodnocují signály senzorů vozidla (např. úhel volantu, rychlost) k určení a nastavení optimálního světelného svazku pro danou situaci. Řídící jednotka světlometu je proto napojena na sběrnici vozu (obvykle CAN sběrnice) a komunikuje s řídicí jednotkou karoserie. Vývoj softwaru těchto řídicích jednotek je další specializací potřebnou pro vývoj moderních světlometů. [2]

2.1.3 Okénko do historie

Historie firmy Hella začíná v roce 1899, kdy byla v Německu založena specializovaná továrna na světla a příslušenství pro jízdní kola a automobily. Obchodní název Hella se objevuje v roce 1908 a v roce 1911 je postavena nová továrna v Lippstadtu, kde sídlí firma dodnes.

V současné době má firma Hella 64 poboček a 54 výrobních závodů. Celkem zaměstnává téměř 23 000 pracovníků a po celou dobu svojí existence jsou její výrobky zárukou špičkové kvality za použití vždy těch nejmodernějších technologií. Výrobky jsou dodávány přímo do prvovýroby i pro trh s náhradními díly. V oblasti xenonových světlometů zaujímá firma Hella 60% podíl na trhu.

Postupně se vlivem vývoje automobilového průmyslu sortiment firmy Hella rozšířil a nyní dodává firma nejen osvětlení pro osobní a nákladní vozidla, ale dodává také díly z oblasti elektroniky motoru a klimatizace automobilu. [3]

2.2 Popis oddělení a pracovního zařazení

Na odborné praxi jsem byl zařazen, jak se již výše zmiňuji, díky svému studiu na VŠB – TU v Ostravě, obor Aplikovaná a komerční elektronika, na oddělení HAT – LME. Inženýři a technici na tomto oddělení se zabývají vývojem LED aplikací do světlometů osobních i užitkových automobilů. Tuto práci samozřejmě nezastávají pouze elektronici, jak by mohlo z názvu oddělení být zavádějící, ale na této práci spolupracuje tým různých odborníků, který se vzájemně snaží při zadání různých úkolů synchronizovat svoji činnost tak, aby následné řešení jednotlivých částí vedlo k úspěšnému dokončení zadaného úkolu. Na této spolupráci se podílí projektoví manažeři, konstruktéři, optičtí inženýři, materiálový inženýři, grafici a v neposlední řadě také CAE specialisté. K úspěšnému dokončení zadaných projektů velkou mírou přispívá projektový manažer, jelikož řídí celou součinnost týmu odborníků a zejména nejvíce komunikuje se zadavateli a s dalšími pověřenými osobami jak v Čechách tak i mimo naše území. Například konstruktéři pracují s 3D softwarem Catia a řeší koncepční návrh světlometů a také detailní mechanickou konstrukci. Každý z těchto odborníků řeší své úkoly tak, aby plynule práce přecházela z jednoho odvětví do dalšího a nedocházelo ke zbytečným komplikacím. Proto je také toto oddělení situováno jako velkoprostorová kancelář (viz Příloha I).

Já jsem byl zařazen k týmu elektroniků – Hardware inženýrů, kteří se zabývají návrhem elektronických obvodů a následným návrhem layoutu desek plošných spojů. Také se zabývají koordinací různých vzorků a prototypů. Samozřejmostí je také následné zpracování výkresové dokumentace k deskám plošných spojů. V jejich popisu práce je také konzultovat své návrhy s kolegy v mateřské firmě v německém Lippstadtu, a tím pádem důležitým prvkem v jejich práci je velice dobrá znalost cizího jazyku (německého tak i anglického). Ke své práci mají velice dobré technické i softwarové zázemí. K návrhu elektronických obvodů se zde využívá program společnosti Spektrum Software a to MicroCap, a samotnému návrhu desek plošných spojů program společnosti Cadence – PCB layout editor. Součástí náplně práce jsou i různé služební cesty a školení nejen u nás, ale velice často členové týmu jezdí na školení a konzultace do mateřské firmy v Lippstadtu. Součástí práce elektroniků je také testování zařízení na EMC, které se provádí Vyškově u Brna.

3. Zadané úkoly v průběhu praxe

Zadávané úkoly byly rozmanitého druhu, jako třeba měření, testování a navrhování. Úkoly mi byly zadávány vždy po příchodu mé na pracoviště, a to buď vedoucím mé bakalářské praxe Ing. René Dadákem, spolupracovníkem Ing. Adamem Jánským, vedoucím oddělení Dr. Markem Olivíkem nebo spolupracovníky z oddělení HAT-LME. Požadavky na splnění úkolu mi byl vysvětleny, poté jsem si provedl rozbor úkolu a případně konzultoval s „zadavatelem“, poté jsem přikročil k samotné realizaci úkolu.

3.1 Testování vzorků desek plošných spojů pro BMW E70

Postatou tohoto úkolu bylo, že byly testovány nové LED diody, pro případné jejich další využití společností, dále elektrické zkoušky vzorků, zkoušky svítivosti na goniofotometrii a vyhodnocení výsledků pomocí zprávy, reportu.

3.2 VA charakteristika LED diody LAE6SF

V tomto úkolu bylo měření několika VA charakteristik LED diod LAE6SF světelné třídy CA , při různých podmínkách, běžně používaných u desek plošných spojů třetích brzdových světlometů.

3.3 Simulační program MicroCap

Učení se návrhu a běhu programu MicroCap a simulace zkušebních obvodů.

3.4 VA charakteristika LED diody LWW5SM

Měření VA charakteristiky LED diod, při různých podmínkách, vytvoření simulačního modelu v programu MicroCap, úprava modelu z hlediska teplotních závislostí.

3.5 Osazování desek plošných spojů VW361

Osazení desek plošných spojů pro VW pomocí SMD součástek.

3.6 Práce s termokamerou – termografická měření

Školení k používání termokamery + měření vzorků desek plošných spojů pomocí termokamery.

3.7 Úprava vzorků desek plošných spojů Ford Mondeo

Upravení jednoho vzorku desky plošných spojů pro Ford Mondeo z 12V verze na verzi 24V pro firmu SCANIA. Elektrické testy a teplotní testy pomocí termokamery pro Ford Mondeo a upravené 24V verze.

3.8 Návrh třetího brzdového světla BMW E70

Návrh a vytvoření simulačního modelu třetího brzdového světla pro BMW E70.

4. Zvolený postup a řešení zadaných úkolů

4.1 Testování vzorků desek plošných spojů pro BMW E70

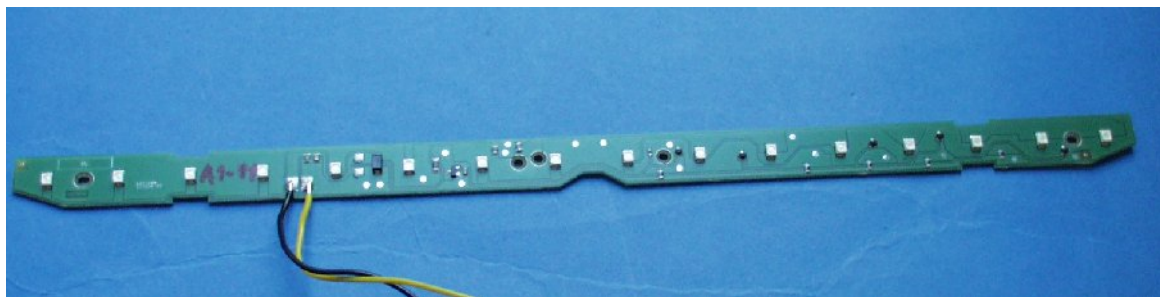
V tomto úkolu bylo zadáno, že navržené třetí brzdové světlo pro BMW E70 bylo nově osazeno jiným typem LED diod, oproti běžně používaných LED Topled od společnosti OSRAM, a to LED diodami od společnosti CREE, LED diodami s označením CLM1B. Měl jsem zapojení otestovat elektricky, vizuálně – světelně a udělat pomocí oddělení fotogoniometrie testy svítivosti respektive degradaci světelného toku LED diod. Na několika vzorcích byly dle zadání provedeno několik zkoušek a kontrol, kterými se zabývám v postupu vypracování níže. Dále jsem měl porovnat maximální rozdíl napětí na jednotlivých LED u testovaných vzorků případně určit maximální napěťové zatížení LED u jednotlivých vzorků. Dále také z výsledku z fotogoniometrie, určit degradaci světelného toku LED. Při zadání tohoto úkolu, mě měl být nápomocný protokol o zkoušce, pomocí kterého jsem provedl celkově osm zkoušek a kontrol. Také jsem dostal ony testované vzorky, počet kusů vzorků bylo šest. K dispozici jsem měl jednotlivé datasheety k součástkám použitých na plošném spoji, také schéma zapojení plošného spoje a také schéma jeho osazení (layout) – PCB, které je uvedeno jako Příloha II.

Postup vypracování

Testování probíhalo na 6 vzorcích osazených desek plošných spojů. Jednotlivé vzorky jsem zapojil dle jednoduchého zapojení pro měření napětí a proudů, kde ke zdroj napětí jsem připojil ampérmetr (digitální multimeter) sériově a k němu do série zátěž, měřený vzorek a paralelně jsem připojil voltmetr (digitální multimeter) pro přesné nastavení požadovaných hodnot napětí. Následně jsem přikročil k prvnímu bodu z protokolu o zkoušce.

1.) Vizuální kontrola:

Každý z příložených vzorků se měl před započítím měření zkontrolovat na správné osazení vzorku a na některé případné mechanické poškození vzorku. Osazení bylo vždy zkontrolováno pomocí tzv. layoutu. Všechny vzorky byly osazeny správně a nezpozoroval jsem žádné mechanické poškození či jinou závadu, která by bránila k dalšímu testování některého ze vzorků.



Obr.č.5 – Foto jednoho vzorku třetího brzdového světla BMW E70

2.) Funkční zkouška – odběr proudu:

Tato zkouška spočívala v tom, vzorky se měli otestovat na odběr proudu při třech různých velikostech napětí, které byly 9V, 13,5V a 16V. Pro tento účel jsem si založil nový tabulkový soubor, pro zápis hodnot proudů a pro následné testy a zkoušky, který pak sloužil jako výsledný soubor se všemi potřebnými naměřenými hodnotami ke konečnému zhodnocení.

Tab.č.1 – Výsledné naměřené hodnoty proudů při funkční zkoušce

	Jednotlivé vzorky					
	A1 - 40	A1 - 41	A1 - 42	A1 - 43	A1 - 44	A1 - 45
U	I	I	I	I	I	I
[V]	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]
9	93,4	78,5	93,4	94,3	93,9	78,6
13,5	124,3	101,9	124,8	124,4	125	102,1
16	131,4	108,1	131,9	131,5	132	108,3

Hodnoty, které by měli být naměřené při tomto testu:

Hodnoty proudů v tomto rozmezí (od, do) ukazují hodnoty, v kterých by se měl naměření proud pohybovat.

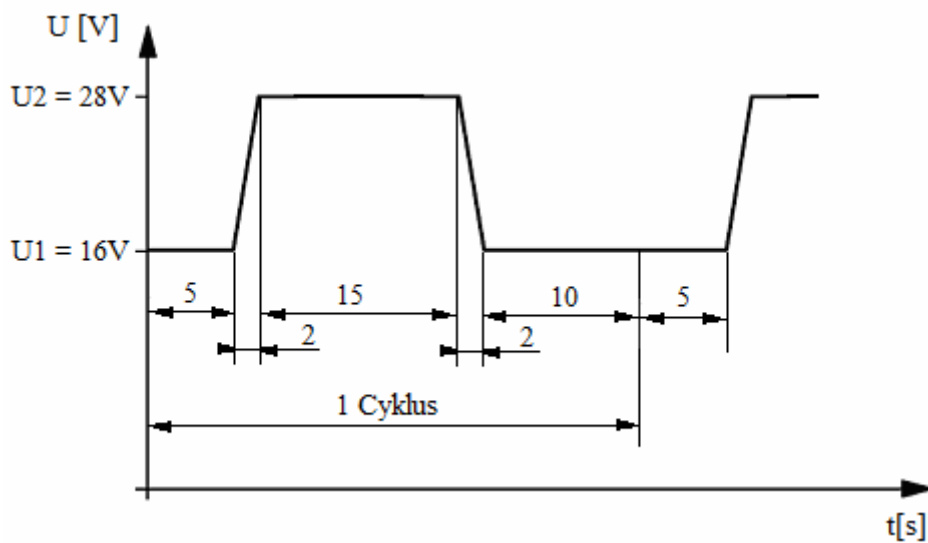
Tab.č.2 – Hodnoty rozmezí proudů

U	I
[V]	[mA]
9	40 - 90
13,5	80 - 150
16	80 - 150

Z výsledných naměřených hodnot jde vidět, že hodnoty proudů u všech vzorků se pohybují v rozmezí daných hodnot proudů.

3.) Jump start:

Tento test spočíval v rychlé změně napájecího napětí vzorku. Napětí se měnilo z 16V na 28V skokově. V každém cyklu mezi tímto skokem napětí, bylo malé časové zpoždění asi 2 sekundy způsobené přeregulováním napěťového zdroje z jedné hodnoty na druhou (viz obr.č.6). Jeden cyklus, i díky časovému zpoždění trval 34s. V jednotlivých cyklech se odečítal respektive měřil proud vzorku brzdového světla při určitém napětí. Celkový počet cyklů měření jednoho vzorku byl 5. Doporučená teplota prostředí při měření byla 23 ± 5 °C.



Obr.č.6 – Ukázka měření jump startu, zobrazení jednoho měřicího cyklu

Tab.č.3 – Výsledky testu Jump start

		Jednotlivé vzorky					
		A1 - 40	A1 - 41	A1 - 42	A1 - 43	A1 - 44	A1 - 45
Počet cyklů	U	I	I	I	I	I	I
	[V]	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]
1. Cyklus	16	131,2	108,2	131,8	131,4	132,2	108,4
	28	158,4	132,1	159,2	158,6	159,4	132,5
2. Cyklus	16	131,3	108,3	132,1	131,4	132,1	108,3
	28	158,4	132,2	159,1	158,2	159,3	132,4
3. Cyklus	16	131,3	108,1	132,2	131,4	132,1	108,3
	28	158,4	132,2	159,2	158,5	159,3	132,5
4. Cyklus	16	131,4	108	132,1	131,3	132,1	108,2
	28	158,2	132,1	159,3	158,5	159,3	132,4
5. Cyklus	16	131,3	108,1	132,2	131,4	132,2	108,5
	28	158,3	132	159,3	158,6	159,3	132,3



Obr.č.7 – LED dioda CREE

4.) Test na přepětí:

Tímto testem bylo testováno přepětí a to 18V po dobu jedné hodiny. Jednotlivé vzorky se připojili na toto napětí a po konci tohoto testu neměla být funkce nějak omezena. Tento test vyšel pozitivně, jelikož po ukončení a opětovném otestování funkčnosti každý ze vzorků měl stejné vlastnosti jako před testem. Doporučená teplota okolí při testování byla 23 ± 5 °C.

Tab.č.4 – Hodnoty naměřených proudů při hodinovém testu přepětí

Vzorek	I	I	začátek	konec
	[mA]	[mA]		
A1 - 40	135	137	8:17	9:17
A1 - 41	112	113	9:19	10:19
A1 - 42	136	138	10:21	11:21
A1 - 43	137	137	11:27	12:27
A1 - 44	136,7	137	12:30	13:30
A1 - 45	113	113	13:31	14:31

5.) Přepólování:

Tento test měl opět dokázat funkčnost vzorků a to po přehození polarit vstupního napětí. Vstupní napětí nyní bylo -14V, a tento test se prováděl po dobu 60 sekund. Po ukončení neměla být opět funkčnost vzorků jakkoliv omezena. Každý vzorek byl podroben tomuto testu a funkčnost všech vzorků po ukončení byla stejná jak před testem. Doporučená teplota okolí při testování byla 23 ± 5 °C.

Tab.č.5 – Test přepólování

Vzorek	U	funkce
	[V]	
A1 - 40	-14	v pořádku
A1 - 41	-14	v pořádku
A1 - 42	-14	v pořádku
A1 - 43	-14	v pořádku
A1 - 44	-14	v pořádku
A1 - 45	-14	v pořádku

6) Pomalý pokles a vzestup napětí:

V tomto testu, jsem snižoval napájecí napětí vzorku od 16V po 0V a opět zpět na hodnotu 16V. Krok snižování a následného zvyšování byl 1V. Na každém vzorku jsem odečítal proud tekoucí při jednotlivých napájecích napětích. Tabulka naměřených hodnot je zobrazena v Příloze III.

7.) Glimming test:

V této zkoušce šlo o to, v podstatě se pokusit rozeznat to, kdy začíná LED dioda na vzorku svítit. Svit ještě nesmí být znatelný při vstupním proudu $30\mu\text{A}$. Toto měření je pouze orientační, protože citlivost každého lidského oka je jiná a každý může vidět začínající svit při jiných hodnotách. Nejlépe se svit rozpozná při co největším zatmění místnosti. Takovéto testy se provádějí v tmavých komorách. Já jsem test prováděl na své pracovišti, proto nemohu s jistotou říct, kdy začala LED svítit. Při nastavení vstupních $30\mu\text{A}$ dioda ještě určitě nesvítila.

8.) Finální funkční zkouška – odběr proudu:

Tato zkouška se provádí po všech předchozích měření, a je stejná jako funkční zkouška na začátku testování vzorků. Je to důkaz o tom, že vzorek je stejně funkční a má stejné vlastnosti, nebo alespoň minimální rozdíly ve vlastnostech, jak na počátku všech zkoušek a měření. Měření se provádí opět s napětím, které bylo 9V, 13,5V a 16V. Zajímá nás opět odběr proudu na vzorcích.

Tab.č.6 – Výsledky finální funkční zkoušky na odběr proudu

	Jednotlivé vzorky					
	A1 - 40	A1 - 41	A1 - 42	A1 - 43	A1 - 44	A1 - 45
	I	I	I	I	I	I
U	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]
[V]	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]	[mA]
9	93,5	78,5	95,3	94	93,3	79
13,5	124,5	101,9	125	124,4	124,6	102
16	131,5	108,1	132,1	131,6	131,8	108,2

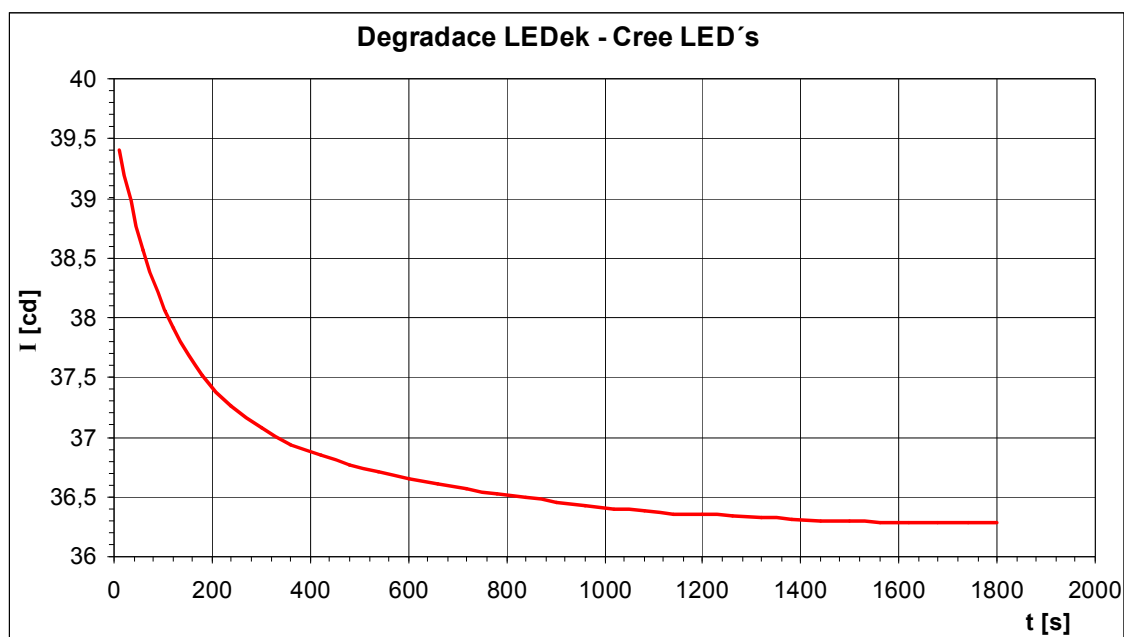
9.) Test svítivosti na goniofotometrii:

Posledním testem, né však už v rámci přiděleného protokolu o zkoušce, byla zkouška svítivosti jednoho ze vzorků na oddělení goniofotometrie. Celý plošný spoj se musel usadit do lampy, aby se na testu projevili veškeré vlastnosti celého světlometu, které mohou nastat při reálných podmínkách. Sice se nedají nasimulovat veškeré podmínky, jako například vnější působení teploty na světlo, ale tento test je postačující k zjištění světelné degradace u LED. Tento test spočívá v tom, že vzorek usazený do lampy se připevní na goniofotometr, respektive jeho část, která slouží k upevnění světlometů a jejich následnému natáčení do různých úhlů (viz. Příloha IV) a pozic, při kterých je zapotřebí světlomet proměřit. Celkové zařízení se skládá tedy z přístroje pro upevnění světlometů a osvětlované měřicí stěny, ve které je černý otvor kuželovitého tvaru, ve které je na konci umístěna fotobuňka, která snímá dopadající světlo, svítivost a hodnoty jsou ukládány do počítače pro následné vyhodnocení výsledků. Vzorek se upevní na držák zařízení, pomocí počítače se přesně nasměruje svit do otvoru na zdi a měří se svítivost po dobu 30 minut. První hodnota se zaznamená po 10 sekundách a další hodnoty se zapisují po minutě. Z následných naměřených výsledků jsem sestavil graf pomocí programu excel, ze kterého je patrné, že od počátku měření svítivost s rostoucím časem klesá až po dobu 27 minut, a pak se ustálí na konečné hodnotě, která činí 36,29 cd.

Tab.č.7 – Naměřené hodnoty svítivosti z goniofotometru

Číslo měření	t [s]	I [cd]
1	10	39,4
2	60	38,57
3	120	37,92
4	180	37,52
5	240	37,26
6	300	37,08
7	360	36,94
8	420	36,85
9	480	36,77
10	540	36,71
11	600	36,65
12	660	36,61
13	720	36,57
14	780	36,52
15	840	36,49

Číslo měření	t [s]	I [cd]
16	900	36,46
17	960	36,42
18	1020	36,4
19	1080	36,39
20	1140	36,36
21	1200	36,35
22	1260	36,34
23	1320	36,32
24	1380	36,31
25	1440	36,3
26	1500	36,3
27	1560	36,29
28	1620	36,29
29	1680	36,28
30	1740	36,29
31	1800	36,29



Obr.č.8 – Graf degradace LED diod Cree, měřeno pomocí goniofotometru

Degradace svítivosti předloženého vzorku umístěného v lampě vyšla přibližně 8%.

K tomuto výsledku jsem došel z následujícího výpočtu:

Počáteční hodnota svítivosti po 10s byla 39,4cd. Konečná hodnota svítivosti po uplynulých 30 minutách byla 36,29cd. Vycházel jsem z jednoduchého výpočtu, a to:

$$36,29 : 39,4 = X : 100$$

$$39,4 \cdot X = 100 \cdot 36,29$$

$$X = \frac{3629}{39,4} = 92,11\%$$

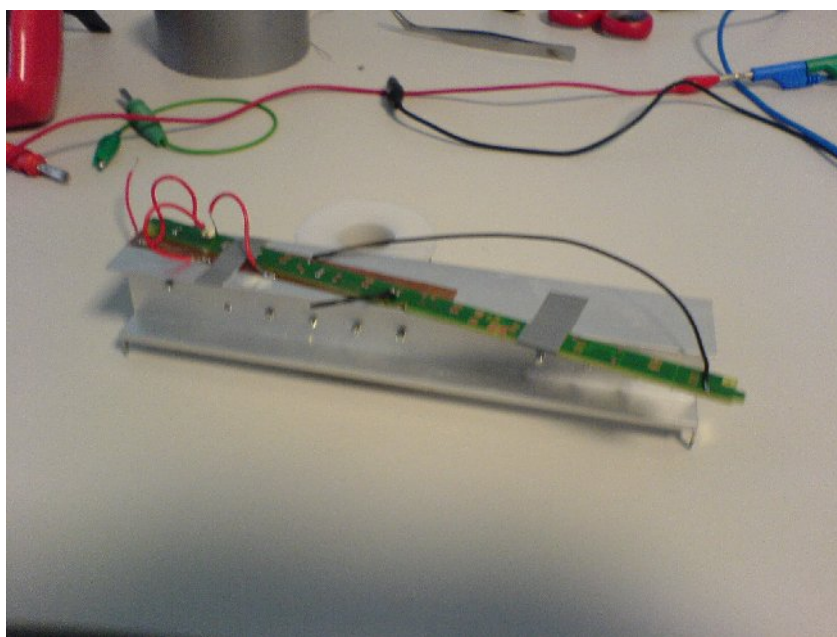
Po odečtení: $100\% - 92,11\% = 7,89\%$

U LED diod od společnosti Osram, vyšla degradace přibližně 10%. Hodnoty svítivosti těchto LED jsem převzal z měření, které bylo prováděno mateřské firmě v Německu. Počáteční hodnota svítivosti po 10s byla 64,7cd. Konečná hodnota svítivosti po uplynulých 30 minutách byla 58,23cd. Postup výpočtu je stejný jako uvedený postup výše. Degradace

Prováděl jsem ještě další měření na vzorcích a to měření napětí na jednotlivých LED diodách při napájecím napětí 13,5V. V následující tabulce je srovnání LED Cree a LED Osram. Jednotlivé LED diody jsou číslovány z levé strany od napájení od 1. po 16 LED diodu. Měřením jsem si ověřil, že u všech vzorků Cree LEDs se napětí pohybuje od 1,943V po hodnotu 2,01V. U LED Osram jsou hodnoty od 2,01V po 2,04V. Naměřené hodnoty jsou v toleranci respektive ještě pod hodnotou udávanou v datasheetu obou typů LED diod. U LED diod Cree je typické propustné napětí na (při propustném proudu 20mA) LED 2,1V a maximální 2,6V. U LED Osram je typická hodnota (při propustném proudu 20mA) 2,05V a maximální 2,5V. Z naměřených hodnot tedy vyplývá, že LED diody Cree by se daly použít pro osazení plošných spojů, ale otázkou zůstává jejich svítivost. Jelikož z naměřených veličin na goniofotometru je zřejmé, že sice při degradaci o 2% vyšší, je na tom stále lépe deska osazená pomocí LED Osram. Také je velice důležité, aby tyto hodnoty odpovídali hodnotám, které potřebuje respektive si určil zadavatel této zakázky. Odpověď na tuto otázku je na lidech, kteří rozhodují o nákupu jednotlivých součástek, co je výhodnější jak po stránce finanční, tak po stránce vlastností jednotlivých LED, pro sériovou výrobu těchto třetích brzdových světel.

4.2 VA charakteristika LED diody LAE6SF

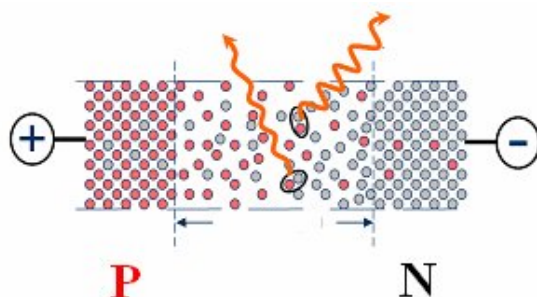
V tomto úkolu mě bylo zadáno, otestovat LED diodu LAE6SM se světelnou třídou CA, společnosti Osram a vytvořit volt-ampérové charakteristiky. Diodu jsem měl zatěžovat až do takových hodnot, které vedly k její destrukci. V podstatě jsem měl otestovat její provozuschopnost při maximálním možném proudovém a tepelném zatížení. Dále jsem měl tuto LED diodu otestovat při různých pracovních podmínkách, a to, první způsob byl, že LED dioda byla připájena pomocí drátků na jejich elektrodách a připájena na desku plošného spoje. Druhý způsob byl, že dioda byla osazena na desce plošného spoje a třetí varianta byla, že LED dioda byla osazena na desce plošného spoje, která byla připevněna na externí hliníkový chladič a pomocí drátků, které byly připájeny na anody LED diody (LED dioda byla se čtyřmi vývody, jeden katoda a zbylé tři anody), ty jsem navíc připájel na měděný pásek, který byl připevněn na externím chladiči, mezi deskou plošného spoje a samotným chladičem. Toto bylo provedeno kvůli ještě lepšímu odvodu tepla z LED. V datasheetu jsem si našel maximální hodnotu proudu LED diodou, ta byla 70mA. Dále jsem si vyhledal, že propustné napětí, pro tento typ LED při proudu 50mA je typické 2,2V. Tuto hodnotu jsem si vyhledal pouze pro kontrolu. Jednalo se červenou LED diodu.



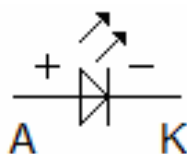
Obr.č.9 – LED dioda osazená na plošném spoji, který je připevněn na chladiči s měděným páskem

LED dioda je polovodičová součástka obsahující PN přechod, při přiložení napětí v propustném směru, dojde k injekci volných elektronů z oblasti N a volných děr z oblasti P do oblasti PN přechodu, dojde k rekombinaci a spontánní emisi (viz obr.č.9) a PN přechod začne propouštět elektrický proud a přechod generuje záření (světlo).

LED dioda, je tedy svítivá dioda, která je při průchodu malého proudu LED začíná svítit. Obecně platí, čím více proudu tím více světla. Proud LED diodou můžeme nastavit pomocí předřadného odporu, nebo jednoduchým proudovým zdrojem s tranzistorem.

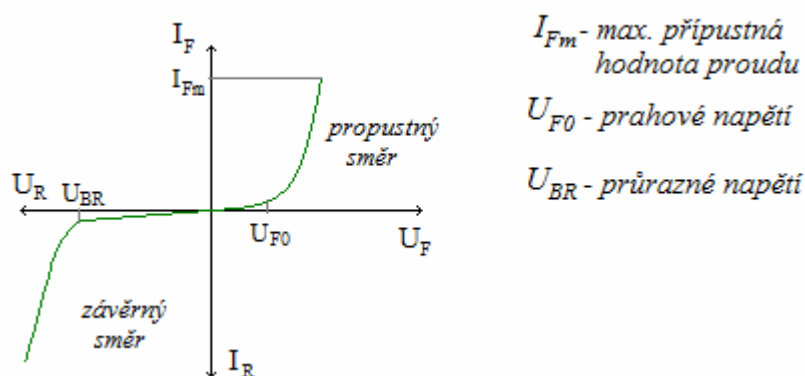


Obr.č.10 – PN přechod v propustném směru



Obr.č.11 – Schématická značka LED diody

Voltampérová charakteristika je tedy závislost procházejícího proudu na napětí. Charakteristika různě barevných LED je jiná, jelikož každá jinak zbarvená LED má jiný úbytek napětí. To je závislé na typu použitých polovodičů, na protékajícím proudu, teplotě.



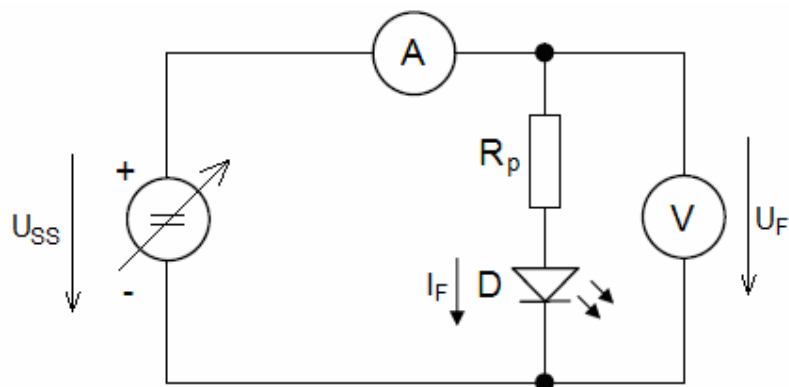
Obr.č.12 – VA charakteristika diody

Tab.č.8 – Přibližný úbytek napětí na barevných LED diodách

Barva	Úbytek napětí
Infračervená	1,6V
Červená	1,8 - 2,1V
Oranžová	2,2V
Žlutá	2,4V
Zelená	2,6V
Modrá	3 - 3,5V
Bílá	3 - 3,5V
Ultrafialová	3,5V

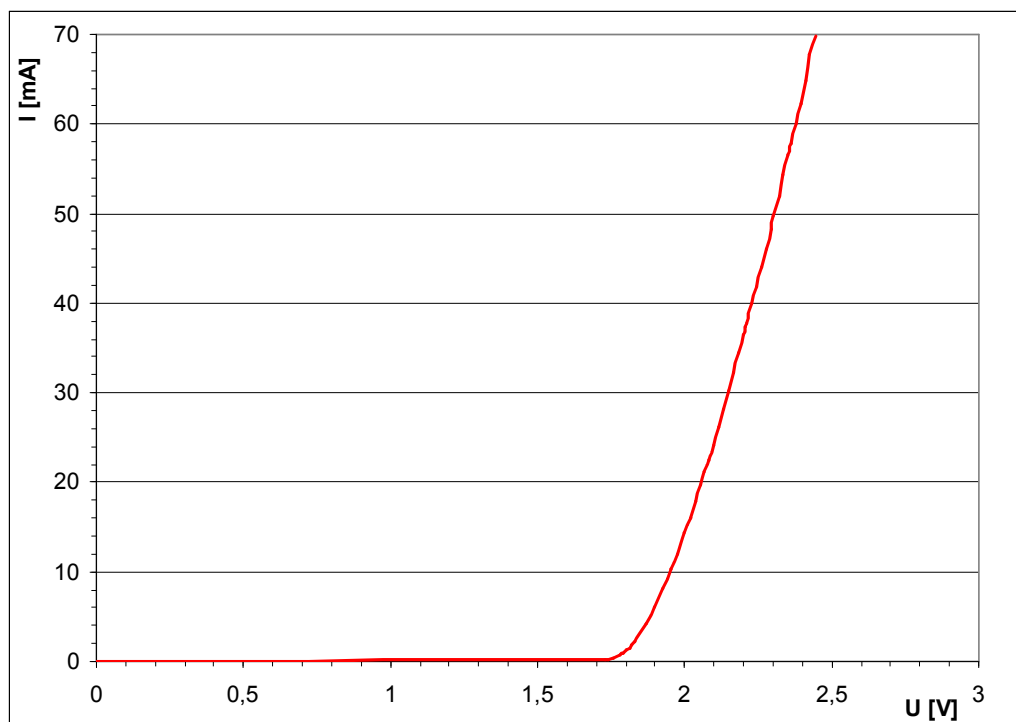
V tabulce č.8 jsou uvedeny přibližné hodnoty úbytků napětí na barevných LED diodách (hodnoty napětí jsou měřené pro hodnotu proudu asi 20mA) .

První způsob měření LED diody – „LED ve vzduchu“:



Obr.č.13 – Schéma zapojení pro měření LED diody

Na charakteristiku v propustném směru, na její průběh a sklon má vliv předřadný odpor. Kolega mě ukázal ve schématu zapojení, že dioda je zapojena spolu se čtyřmi paralelními rezistory, které právě nastavují proud tekoucí LED diodou a mají vliv na sklon charakteristiky v propustném směru. Posléze jsem na neosazenou desku plošného spoje, po radě mého vedoucího, připájel čtyři rezistory malé hodnoty, konkrétně 10Ω , které měli zaručit dostatečnou strmost charakteristiky. Výsledný odpor tedy byl $2,5\Omega$. Následně jsem připájel LED diodu, na jejíž vývody jsem napájel drátky a ty jsem připájel k desce plošného spoje. Tím jsem splnil první úkol, měření LED diody „pouze ve vzduchu“. Měřil jsem s dostatečnou jemností kroku proudu, aby charakteristika byla co nejlépe viditelná. Počáteční svit diody byl viditelný při napětí $1,43\text{V}$. Tato charakteristika je zobrazena na obr.č.13.

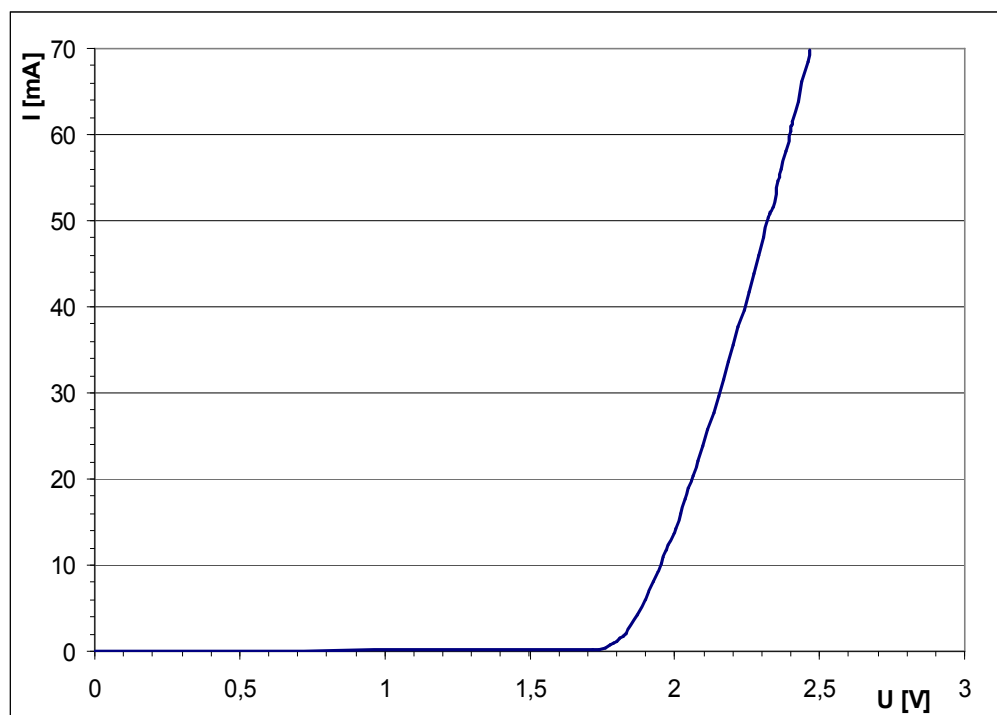


Obr.č.14 – VA charakteristika LED v propustném směru, LED „ve vzduchu“

Charakteristika je vynesena do hodnoty proudu 70mA, který je udáváný v datasheetu diody jako maximální hodnota proudu LED diodou. Měl jsem, ale za úkol vyzkoušet do jaké hodnoty je dioda schopná provozu. V měření jsem tedy pokračoval až do hodnoty proudu 340mA (napětí na LED bylo 2,88V, teplota cca. 98°C) a při této hodnotě došlo k destrukci LED.

Druhý způsob měření LED diody – LED na desce plošného spoje:

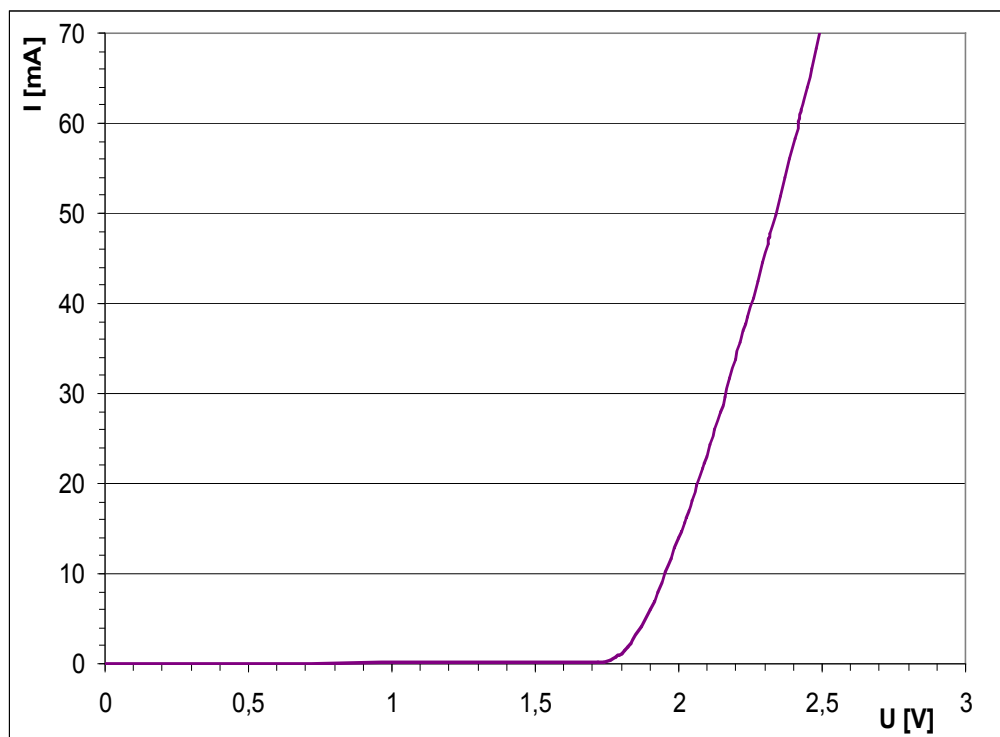
Schéma zapojení je opět stejné jako u předchozího způsobu (uvedený na obr.č.12). V tomto případě jsem LED připájel přímo na desku plošného spoje a opět jsem měřil s dostatečně jemným krokem proudu. Počáteční svit diody byl viditelný při napětí 1,41V. Charakteristika je opět zobrazena do hodnoty proudu 70mA (obr.č.14). Pokračoval jsem opět dále v měření až do destrukce. K níž došlo při hodnotě proudu 460mA (napětí na LED bylo 3,66V, teplota cca. 120°C).



Obr.č.15– VA charakteristika LED v propustném směru, LED na desce plošného spoje

Třetí způsob měření LED diody – LED na desce plošného spoje + externí chladič:

Schéma zapojení jsem opět použil stejné (obr.č.12). U tohoto případu byla LED dioda připájena na desce plošného spoje, její vývody anody (jednalo se o součástku se čtyřmi vývody) byly pomocí drátků připájeny na měděný pásek, který byl umístěný mezi deskou plošného spoje a externím chladičem a deska plošného spoje byla pevně připevněna na externí chladič. Toto jsem udělal pro ještě lepší odvod tepla z diody. Měřil jsem obdobně jako u předchozích případů, se stejným krokem a výsledky byly takové. Svit diody byl viditelný při napětí 1,44V. Charakteristika je měřena zase do 70mA, a při pokračování měření došlo k destrukci diody při hodnotě proudu 540mA (napětí na LED bylo 3,98V). Charakteristika je zobrazena na obr.č.15.



Obr.č.16– VA charakteristika LED v propustném směru, LED na desce plošného spoje+chladič

Z naměřených výsledků a výsledných charakteristik je vidět stejné chování LED diod ve všech měřených případech. Takže do hodnoty proudu uváděné v datasheetu – 70mA, se neprojevují nějak výrazně teplotní změny ve vlastnostech LED. Změny nastávají až při překročení běžně používaných hodnot. To je zřejmé pro hodnoty překračující proud 70mA. LED dioda, která byla umístěna pouze „na drátkách“, vydržela v provozu do 340mA, což překonala svou uvedenou hodnotu takřka pětkrát. LED dioda na desce plošného spoje vydržela do hodnoty 460mA a LED dioda na desce plošného spoje připevněného na externí chladič vydržela do hodnoty proudu 540mA. Z těchto údajů jde vidět, že pokud je LED dobře chlazená a je proveden dobrý odvod tepla, má to veliký vliv na chod samotné diody. Graf, VA charakteristika LED diod, s různým chlazením, s napětím pouze na LED je uveden v Příloze V.

4.3 Simulační program MicroCap

Tento úkol posloužil k naučení se ovládání programu od společnosti Spektrum Software a to MicroCap. V první řadě jsem dostal za úkol nainstalovat si tento program. Po instalaci jsem začal zkoušet a testovat samotný program. Je dobré, že po nainstalování programu jsou k dispozici již předem sestavené různé modely elektronických zapojení i s popisem, jakou analýzu použít při spuštění simulace. K dispozici jsou i pěkně sestavené animační modely. Je jich tam velké množství a dostatečně slouží k názorným ukázkám běhu programu. V této verzi programu chyběli některé elektronické součástky, které jsem potřeboval k další práci, proto jsem si stáhl modely součástek ze stránek výrobce a nahrál do knihovny programu.

Program Micro Cap slouží k počítačové simulaci obvodů s analogovým, digitálním nebo kombinací obou, zapojením. Využívá počítačových modelů součástek a na základě těchto modelů simuluje chování obvodu, elektronické obvody se vytvářejí nakreslením jejich schémat na pracovní plochu. Jednoduše řečeno, můžeme zde nakreslit schéma a vyzkoušet funkci zapojení bez jediné fyzické součásti či pájení. Pochopitelně, chování v reálných podmínkách má svá jistá specifika, která je stejně třeba vyzkoušet na konkrétním vzorku zařízení, ale pro výpočty obvodů, testování různých zapojení, vývoj hardware všeho druhu nebo školní účely je takovýto simulační program k nezaplacení. Základní funkce programu jsou přímo dostupné přes tlačítka. Přesný význam tlačítka se zobrazí ve stavovém řádku (v okně programu vlevo dole), pokud nad tlačítko najedeme kurzorem myši. Při zadávání hodnot je třeba počítat se specifikem amerických programů, kdy desetinnou čárku reprezentuje, na rozdíl od našich zvyklostí, tečka. Program akceptuje písmena za čísly pro označení exponentu jednotky: p = piko, n = nano, u = mikro, m = mili, k = kilo, meg = mega. Dále program Micro Cap nerozlišuje malá a velká písmena. Velkou výhodou při používání programu je rozsáhlá nápověda (ovšem pochopitelně v anglickém jazyce). [7]

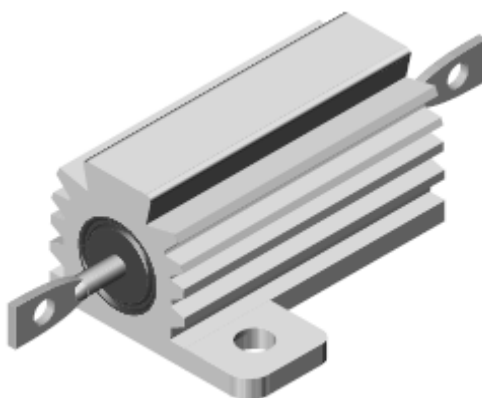
Díky tomuto úkolu jsem se naučil v dostatečné míře ovládat program MicroCap, který jsem pak následně několikrát využil při plnění dalších úkolů.

Náhled okna s pracovním plochy programu MicroCap je uveden v Příloze VI. Části okna se skládají z: 1 – Nástrojová lišta, 2 – Náhled prvku, 3 – Výběr analýzy, 4 – Výběr prvků, 5 – Funkční lišta, 6 – Ukázka zapojení, 7 – Zoom.

4.4 VA charakteristika LED diody LWW5SM

Zadání tohoto úkolu spočívalo v tom, že jsem měl změřit opět jako v bodě 4.2 voltampérové charakteristiky, dalšího typu LED diody, konkrétně od společnosti Osram, LED dioda Golden Dragon, která se používá pro světlomety pro denní svícení a nasimulovat toto měření pomocí programu MicroCap. Dostal jsem od vedoucího zadáno, že testování má být opět až do destrukce LED diody a testování má být provedeno s LED diodou, která je napájena na desce plošného spoje, ale mezi deskou a diodou (dioda má na spodní straně plastového pouzdra kovovou plošku, pro lepší odvod tepla) má být vzduchová mezera. Další měření má být provedeno opět s LED diodou napájenou na desce plošného spoje s tím rozdílem, že má co nejtěsněji doléhat kovovou ploškou na desku plošného spoje. Tato deska byla speciální, rozdíl mezi klasickou a touto deskou je v tom, že na spodní části této speciální desky pasivní hliníkový chladič. Respektive tato deska je deska plošného spoje a zároveň chladič. Používá se při tepelně náročnějších aplikacích pro lepší odvod tepla. Dále jsem měl za úkol nasimulovat přesně tento obvod v programu MicroCap a porovnat reálné výsledky s hodnotami, charakteristikou vytvořenou v simulačním programu.

Pro měření mě dal k dispozici vedoucí výkonové rezistory, jeden od společnosti Vishay a druhý od společnosti Arcol, které byly umístěny ve vlastním chladiči (viz obr.č.17) a testovaná LED dioda Golden Dragon (viz obr.č.18).

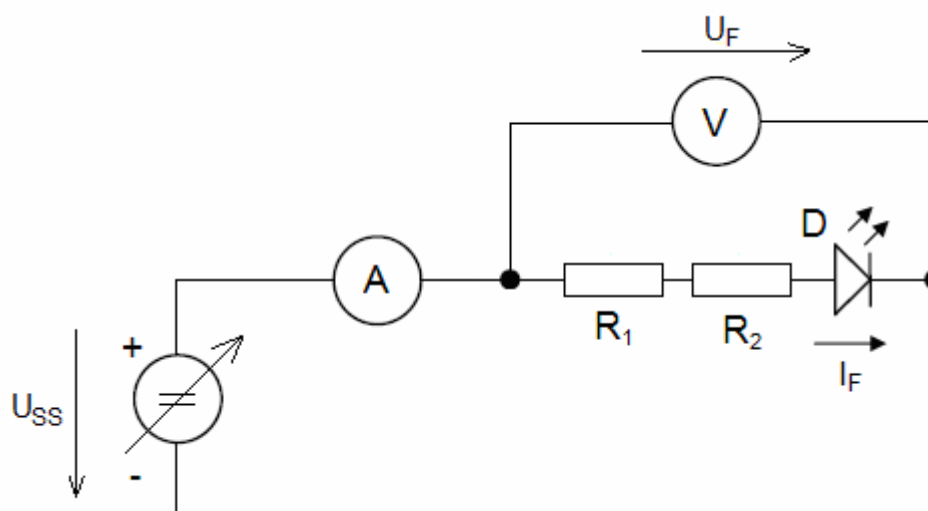


Obr.č.17 – Výkonový rezistor společnosti Vishay s vlastním chladičím pouzdrém



Obr.č.18 – LED dioda Osram Golden Dragon

Schéma zapojení (obr.č.19) jsem zapojil a postupně jsme proměřil VA charakteristiku LED v obou případech, které jsem uvedl výše.



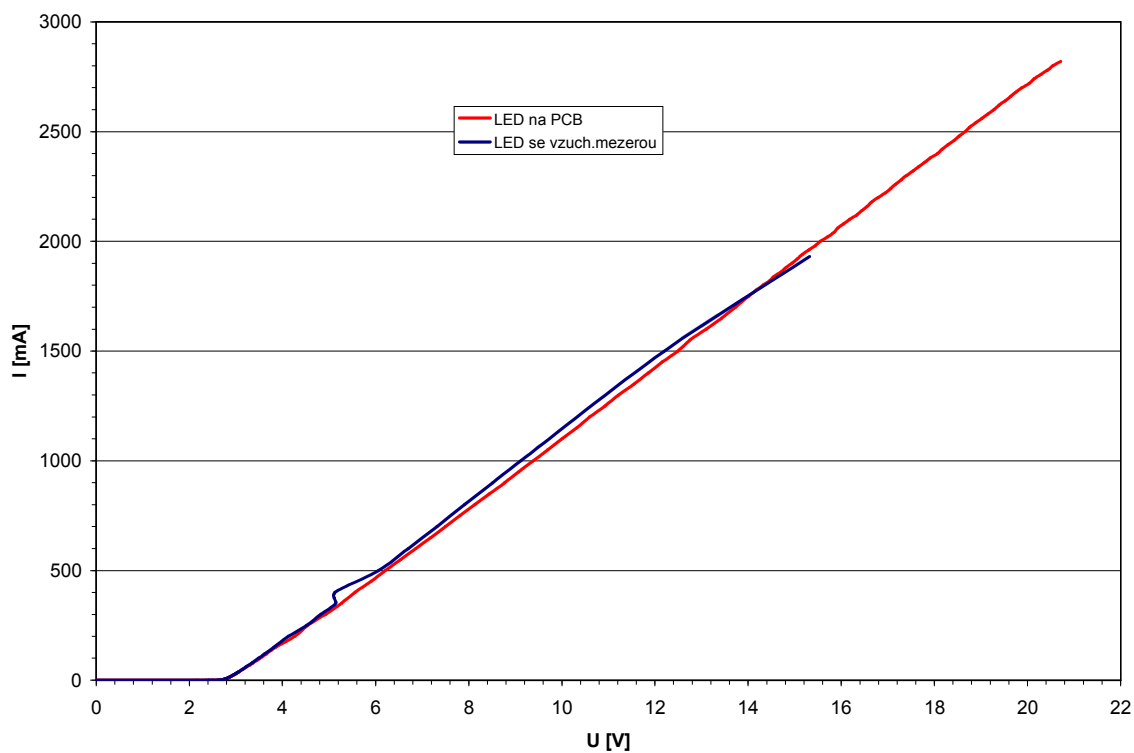
Obr.č. 19 – Schéma zapojení pro měření VA diody Golden Dragon

Rezistor Arcol, měl tyto parametry: R1 – (označení HS25) $3,3\Omega$, 25W. Rezistor Vishay měl tyto parametry: R2 (označení RH25) $2,7\Omega$, 20W.

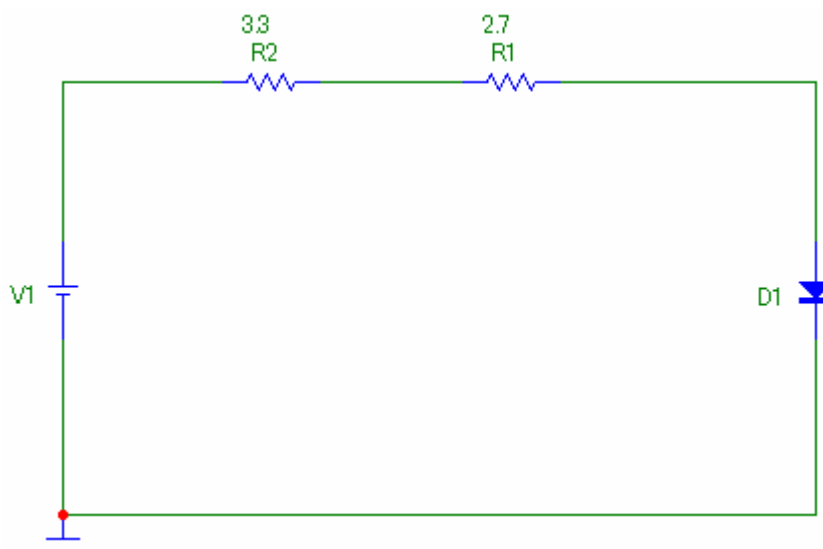
Následně jsem přistoupil k měření první diody, LED se vzduchovou mezerou. První svit jsem pozoroval při hodnotě napětí 2,15V a hodnotě proudu $1\mu\text{A}$. Dostatečně jemně jsem z počátku volil krok měření, pak jsem postupně přešel na krok 50mA, a ve vyšších hodnotách byl krok opět jemnější, pro přesné odečtení hodnoty destrukce diody. V datasheetu pro tento typ diody je uveden maximální propustný proud 1000mA. Postupným měřením jsem přešel přes tuto hodnotu a dále jsem došel k poměrně vysokým hodnotám a k samotné destrukci došlo při hodnotě 1,93A. Hodnota napětí na diodě byla 3,74V. Celkové napětí v obvodu bylo 15,32V.

Novou LED diodu jsem osadil opět na stejný plošný spoj, s tím rozdílem, že jsem ji co nejtěsněji připájel k desce plošného spoje, aby byl co nejlepší odvod tepla z LED. První svit jsem zpozoroval při hodnotě napětí 2,18V, kdy procházel diodou proud opět $1\mu\text{A}$. Opět jsem měřil hodnoty napětí a proudů se stejným krokem jako v předchozím měření. K destrukci nyní došlo až u hodnoty 2,82A, kdy na LED bylo napětí 3,99V. Srovnání těchto dvou průběhů je na obrázku č.20.

Nyní jsme překročil k vytvoření simulačního modelu pomocí programu MicroCap. Schéma simulačního modelu je na obr.č.21. Pro simulaci jsem si našel přesně typ součástek, které jsem používal při reálném zapojení. LED dioda Golden Dragon nebyla v knihovnách programu MicroCap, tak jsem si její model stáhl ze stránek výrobce. Pomocí tohoto obvodu jsem nasimuloval průběh VA charakteristiky, který je zobrazen na obr.č.22. Data pro sestavení této charakteristiky jsem získal z programu MicroCap, musel jsem je z programu uložit jako excel soubor, a pak jsem mohl sestavit tento průběh. Tabulky nejsou zde záměrně uváděné, jelikož jsou obsáhlé, a například tabulka z MicroCapu má přes 2500 řádků. Hodnoty napětí na samostatné LED diodě se vypočítá dle toho jednoduchého rovnice, kde napětí na diodě je rozdíl napětí zdroje a úbytku napětí na odporech. Takto jsem si vypočítal hodnoty napětí na diodě pro obě měření, a v programu MicroCap se dá nastavit jenom napětí na diodě a proud obvodu pro zobrazení takovéto charakteristiky.

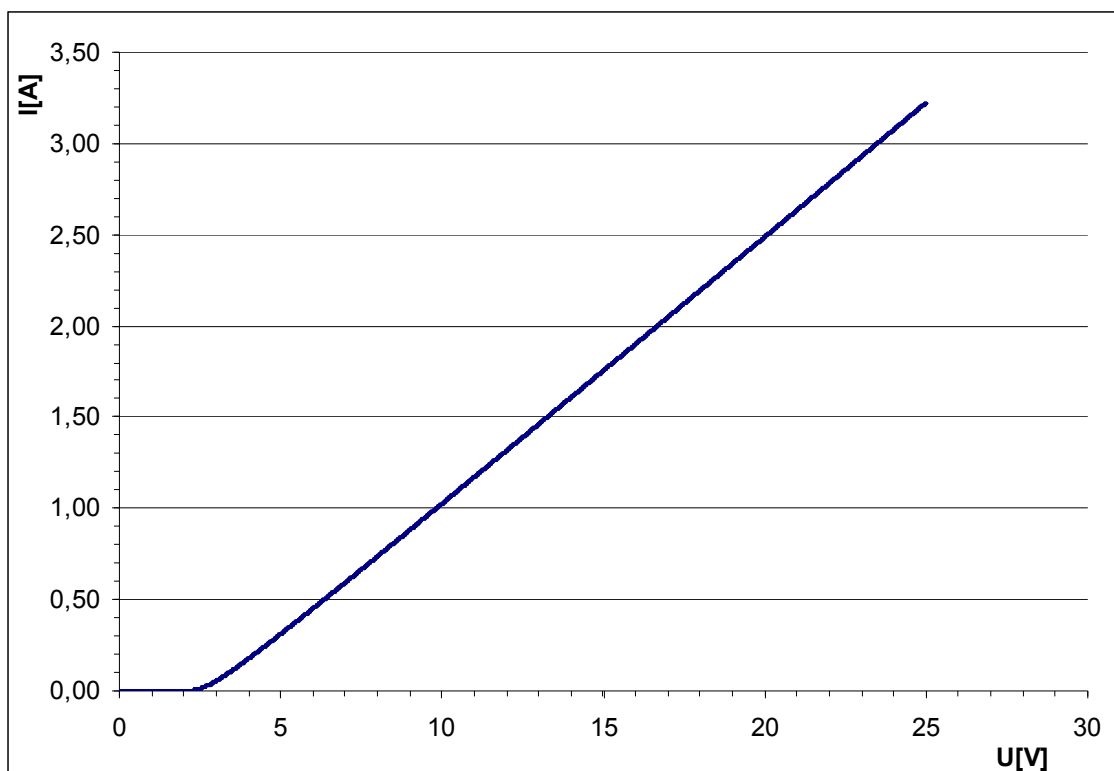


Obr.č.20 – VA charakteristiky LED diody, se vzduchovou mezerou a připájené těsně na PCB

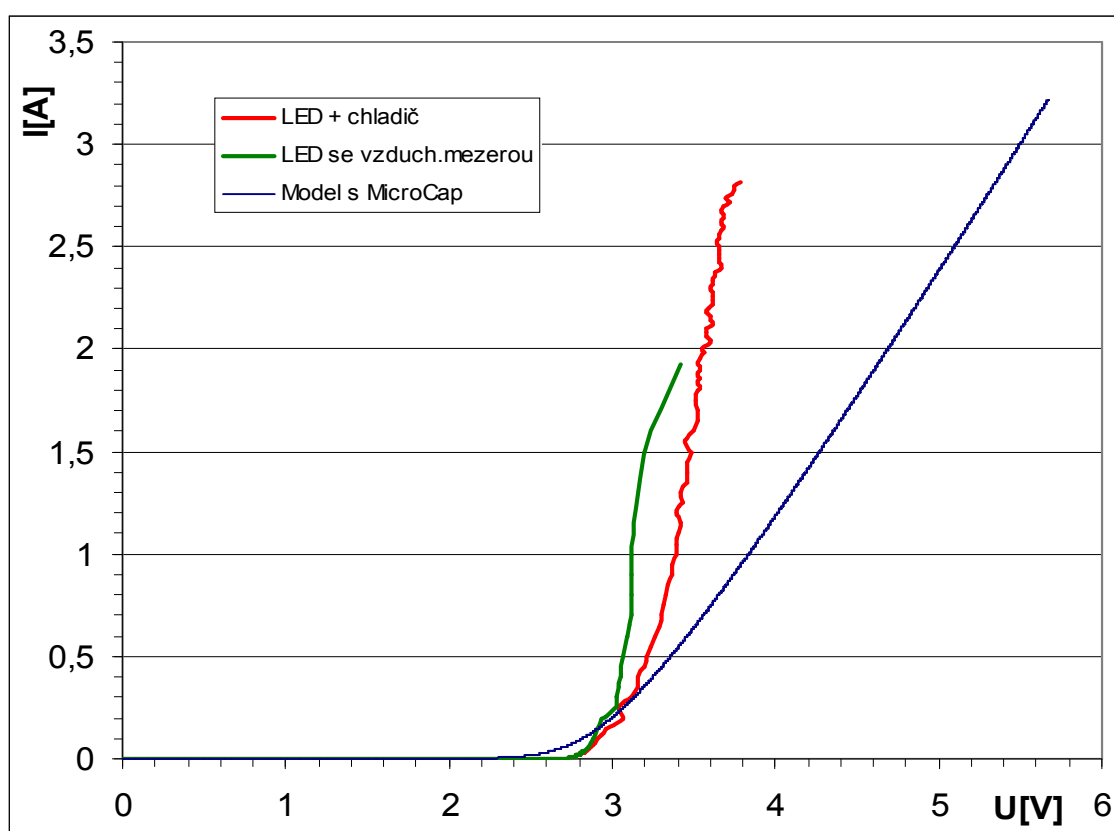


Obr.č.21 – Simulační schéma obvodu z programu MicroCap

Po zhlédnutí grafů je možno říci, že reálné hodnoty z měření VA charakteristiky LED diody osazené na plošném spoji se takřka shodují s hodnotami z nasimulovaného modelu. Dále zde uvádím graf porovnání průběhů VA charakteristiky všech možností, ve kterých je zobrazena charakteristika s napětím pouze na LED (viz obr.č.23).



Obr.č.22 – VA char. LED Golden Dragon ze simulačního programu MicroCap



Obr.č.23 – VA charakteristiky s napětím na LED

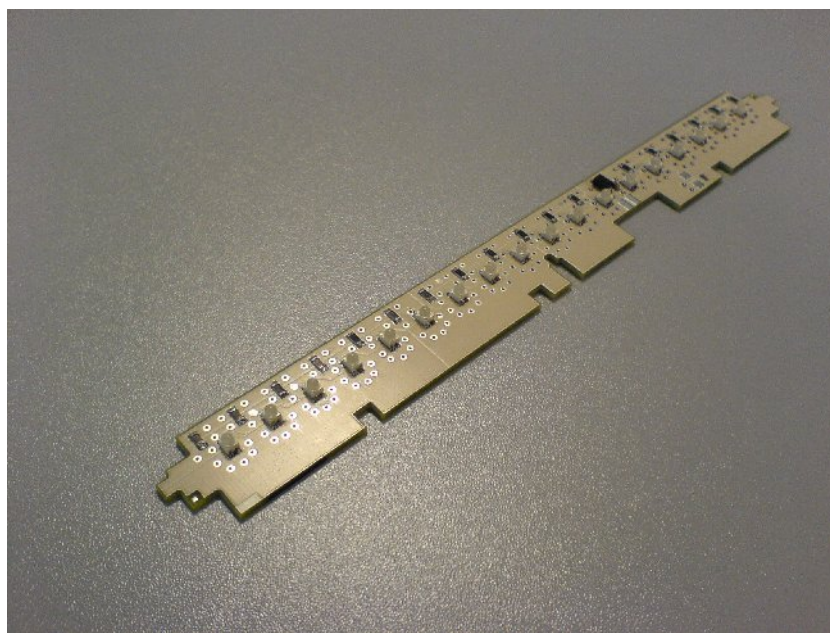
Důležitou roli v měření charakteristik hraje samozřejmě teplota. Proto jsem v programu MicroCap zobrazil průběhy, kde je různá teplota a je zde vidět, jaký má vliv na výsledný průběh charakteristik, zejména na propustné napětí, kdy je vidět, že s rostoucí teplotou je nutné vyšší napětí pro otevření diody. V datasheetu LED diody jsem si našel provozní teploty, ve kterých by měla dioda pracovat. Poroto jsem zobrazil v grafu tento rozsah teplot, a to -40°C , 25°C (běžná teplota prostředí) a 110°C . Tyto charakteristiky jsou zobrazeny jako Příloha VII. Dále jsem měl upravit model této diody, při teplotě 100°C , jelikož neodpovídal reálným vlastnostem při této teplotě. V datasheetu diody jsem si našel, že při teplotě 25°C je typické propustné napětí $3,2\text{V}$, maximální propustné napětí je $3,7\text{V}$ a minimální propustné napětí je $2,7\text{V}$. Pokud si udělám rozdíl $100^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ dojdou k teplotě 75°C . V datasheetu je uvedeno toto, že pokles napětí je 4mV/K . Jednoduchým výpočtem $75 \cdot 4$ dojdou k výsledku poklesu napětí o 300mV . Odečtením této hodnoty od typické hodnoty propustného napětí vyjde propustné napětí diody při této teplotě. To bylo $2,9\text{V}$. Po simulaci obvodu tato hodnota byla na $3,6\text{V}$. K tomu, abych došel ke správné hodnotě, musel jsem upravit parametry samotné LED. Tato úprava se provádí ve vlastním nastavení diody a to změnou různých parametrů. Jednotlivé parametry jsou popsány v manuálu pro program MicroCap, konkrétně v části nastavení diod. Tento model jsem upravil tak, že odpovídal reálným vlastnostem při teplotním zatížení 100°C , který jej dále používal pro další využití v jiných projektech.

4.5 Osazování desek plošných spojů VW361

Zadání tohoto úkolu bylo takové, pokusit se co nejlépe osadit několik desek plošných spojů a to pomocí SMD součástek. Na oddělení přišly neosazené plošné spoje, které bylo zapotřebí osadit součástkami, a tyto osazené plošné spoje byly požitý k dalšímu testování a podrobeny dalším zkouškám pro potřeby vývojového oddělení.

SMD jsou součástky určené pro povrchovou montáž. SMD je zkratka z anglického názvu Surface Mount Device. Tato povrchová montáž součástek na plošných spojích se velice rozšířila, jelikož dnešní elektronika se co nejvíce minimalizuje a v současné době se používá takřka ve veškeré elektronice. Pájení SMD součástek můžeme realizovat několika způsoby:

- horkovzdušné pájedlo (HOT-AIR-IRON) s nastavitelným množstvím i teplotou výstupního vzduchového proudu, kterým osazené součástky přetavením pasty připájíte.
- Mikropájedlo (MICRO-SOLDERING-IRON) se snadno vyměnitelnými hroty a speciálními nástavci, pro jemné kontaktní pájení, ale zejména pro rychlé a šetrné odpájení základních typů SMD.
- pracovní stůl s podehřívací ploténkou (HOTPLATE), je další zařízení. Pracovní plocha se po zapnutí vyhřeje na nastavitelnou teplotu (80-150°C), takže pájecí proces na takto podehřáté osazené PCB probíhá rychleji, součástky jsou méně tepelně namáhány a zapájené spoje jsou kvalitnější. [5]

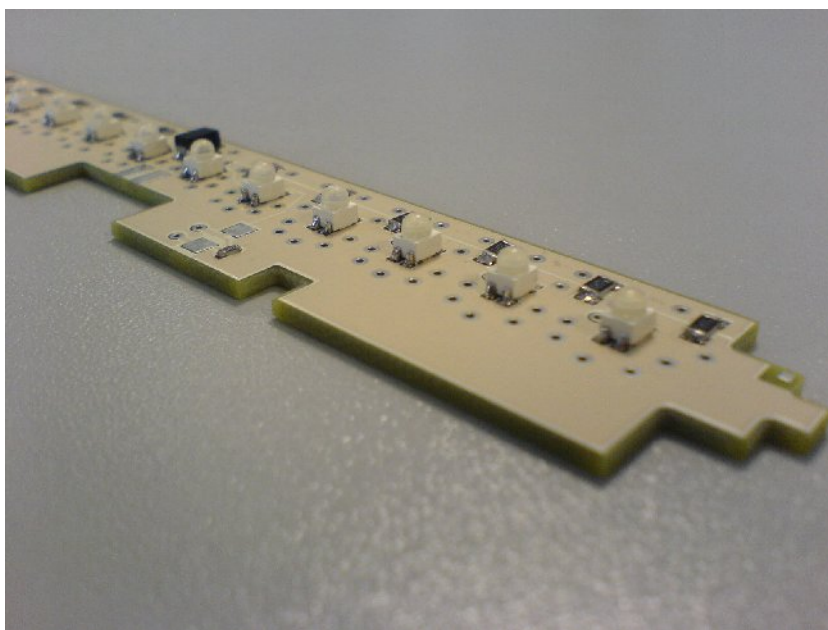


Obr.č.24 – Osazená deska plošného spoje pomocí SMD technologie (1.)

Ti, kteří se zabývají kromě vlastního provozu elektronických zařízení, ale také jejich konstrukcí a sestavením, se určitě setkal se zapojením, které využívá součástky SMD. Mnozí, kteří se tímto setkali už předem odsuzují tento koncept respektive se bojí s takovou konstrukcí pracovat. Je to i částečně způsobeno tím, že mnozí nemají technické vybavení na zhotovení takových PCB. Pokud si zajistíme některé potřebné věci k této práci pak se můžeme pustit do

práce. Je dobré si pro začátek opatřit pinzety, mikropáječku, případně lupu. Důležitý faktor je i dostatečný objem světla, který je důležitý pro pájení miniaturních součástek.

Já jsem používal jednu z metod pájení SMD a to metodu ručního pájení. K práci jsem si zajistil mikropájku s kvalitním špičatým hrotem, ten je možné v případě potřeby vyměnit za jiný, pinzety, tenký cín (pájka) a kalafunu. Od konzultanta jsem dostal neosazené desky, a výkres s osazením součástek. Součástky potřebné pro osazení jsem si vyhledal, jednalo se o LED diody, kondenzátory, rezistory, tranzistory a diody. Následně jsem začal osazovat PCB. Postup je takový, např. na při pájení rezistoru, že si na jednu stranu plošky na PCB, kam přijde umístit rezistor, nanesu malou vrstvu cínu, chytanu si rezistor pomocí pinzety a ohřeji stranu plošky, kde je nanesena vrstvička cínu a přiložím na ní jednu stranu rezistoru. Po vychladnutí už součástka drží na desce a mohu připájet i druhou stranu, nahřáním plošky druhé strany a po přiložení cínu se mě rovnoměrně cín rozlije po ploše a spojí druhou část rezistoru s deskou PCB. Tím mám rezistor připájený k desce. Takto se postupuje u všech dalších součástek. Pokud se nepodaří zapájet součástku rovně či je spoj nějak špatně připevněn je nahřáním cínu součástku narovnat, nebo se dá cín odsát odsávačkou a znovu část součástky připájet tak jak jsem chtěl. Součástka by měla být zapájena dostatečnou vrstvou cínu, tak aby spoj netvořil „bouli“ a také se musí dá pozor na vytvoření studeného spoje. Pokud se dodrží tento přibližný postup, součástka by měla být připájena optimálně.



Obr.č.25 – Osazená deska plošného spoje pomocí SMD technologie (2.)

Díky tomuto úkolu jsem se naučil osazovat desky PCB pomocí této technologie, z dřívějšíka jsem znal pouze osazení desek pomocí klasických „velkých“ součástek. Tato technologie je mnohem zajímavější a také při určité zkušenosti i rychlejší. Pokud bych nyní volit způsob návrhu a realizaci elektronického zařízení, zvolil bych technologii SMD.

4.6 Práce s termokamerou – termografická měření

Pro pozdější použití jsem dostal za úkol naučit se obsluhovat a používat termokameru od společnosti FLIR, model T400, která je na oddělení používána k termografickým měřením buď vzorků desek plošných spojů, nebo k měření rozložení tepla v lampě celého světloometu.



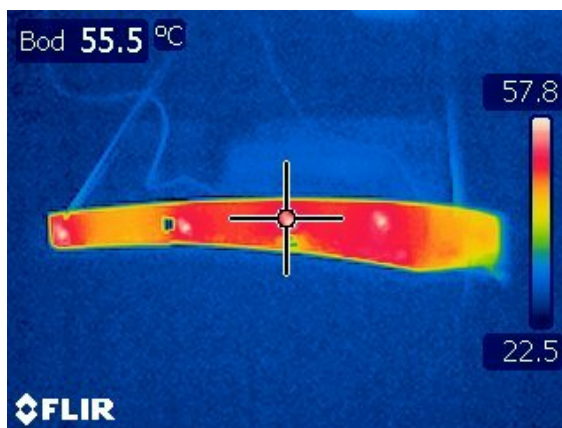
Obr.č.26 – Termokamera Flir

Termokamera neměří teplotu, ale je to přístroj, který měří intenzitu spektra infračerveného záření (760nm-1mm), které je vysíláno povrchem tělesa. O jaká tělesa se jedná? Termokamera je kalibrována pro černá tělesa, která mají emisivitu 0,98-1. Emisivita je číslo, které nám určuje jak moc nám daný povrch předmětu pohlcuje či odráží spektrum záření. Základem je tedy zadávat emisivitu každého tělesa přímo v parametrech termokamery. Musíme si ale pamatovat, že pokud měříme těleso lesklého povrchu, nastává zásadní problém se zdánlivou odraženou teplotou a pokud jeho emisivita je pod 0,5 je velice těžké změřit jeho skutečnou teplotu. Měření se provádí vždy kolmo k objektu. V opačném případě se dopouštíme chyby.

Jak tedy postupovat při měření pomocí termokamery těles s emisivitou menší 0,98: Při měření takovýchto těles je nejlepší těleso zahřát na konstantní teplotu, kde si budeme na sto procent jisti tím, jakou má skutečně těleso teplotu. Podle této teploty budeme v parametrech termokamery měnit emisivitu tak dlouho, dokud se nám nevyrovná teplota zobrazená na termokameře a skutečná teplota. Obecně platí, že čím vyšší teplotu budeme měřit, tím menší chyby se bude dopouštět termokamera. Teploty do 40 °C jsou obecně problematické pro měření. Nejlepší je měřit v temné místnosti, jelikož termokamera zachycuje i infrazářením z okolí. Musíme si dávat pozor, aby se nám od povrchu měřeného tělesa neodráželo záření žádného objektu nebo předmětu, který by měl teplotu vyšší než je teplota okolí včetně nás a kamery! Pro měření předmětů s barvou jinou než je černá, je lepší abychom nastavili časový spínač a popř. měřicí místnost opustili. Nejlepší je tedy si měřený předmět předem načernit.

Další důležité poznámky k měření: Nesmíme začít měřit dříve než po 5 minutách. V této době je prováděna kalibrace termokamery, vyznačuje se zvukem klapání, jenž je slyšet ihned po zapnutí termokamery. Musíme vědět jakým typem termokamery měříme. Zda-li dlouhovlnnou, krátkovlnnou nebo mezifrekvenční termokamerou a co s ní můžeme změřit. Parametry, které ovlivňují výsledek měření: Emisivita, teplota okolí, přenos tepla atmosférou obecně 0,88, vlhkost, vzdálenost, zdánlivá odražená teplota, odezva termokamery.

Pro vyhodnocení výsledků je k dispozici program FLIR QuickReport. Vyfocené snímky se nahrají do příslušné složky, a otevřeme si snímky v okně programu. Pomocí tohoto programu si můžeme upravit, nastavit veškeré parametry, které jsme nezadali při měření v termokameře. Také je zde funkce nastavení bodu kdekoli na fotografii respektive měřeném předmětu, kde si chceme změřit danou teplotu, nebo si také mohou vybrat jednotlivé oblasti kde se má zobrazit minimální a maximální teplota ve vybrané oblasti.



Obr.č.27 – Ukázka fotografie s termokamery vybraným teplotním bodem

Zde je krátký popis termokamery FLIR. Kamery FLIR jsou termovizní kamery, které spadají do kategorie střední třídy produktu v této oblasti. Jsou to plně přenosné kamery, které díky své hmotnosti (< 880g včetně vyjímatelného akumulátoru - výdrž na jedno nabití jsou 4 hodiny provozu) a ergonomii (která je patentována společností FLIR Systems AB). Díky vysokému stupni krytí IP54, teplotní citlivosti 0,06°C, přesnosti $\pm 2^\circ\text{C}$, rozsahem měřených teplot (-20°C až $+1200^\circ\text{C}$) a rozsahem pracovních teplot (-15°C až $+50^\circ\text{C}$) a odolnému tělu kamery z hořčíku, jsou tyto kamery plně určeny pro měření jak ve vnitřním, tak i venkovním prostředí. Kamery jsou vybaveny nechlazeným maticovým detektorem o rozlišení 320x240 bodů a vestavenou optikou (možno doplnit objektivy 15° a 45°), které umožňují snadné měření. Hlavní předností těchto kamer je vestavená digitální videokamera (1,3Mpix), která umožňuje automatické prolínání termovizního obrazu spolu s video obrazem přímo v kameře, což usnadňuje práci při vyhledávání měřených závad. Další výhodou je dotykový displej umožňující rychlý přístup do menu včetně možností editace vlastních poznámek (text, náčrtek atd.). Kamery disponují širokým množstvím měřících a vyhodnocovacích funkcí (5 pohyblivých bodů, 5 oblastí se zobrazením MAX/MIN, alarmy atd.), které umožňují rychlé a jednoduché měření povrchových teplot. Dále jsou kamery vybaveny vestaveným světlem pro přisvětlení při pořizování reálných snímků v tmavých prostorách, vestaveným laserovým zaměřovačem pro označení měřeného místa nebo možností zvukových poznámek ke každému termogramu. Termogramy spolu s reálnými snímky jsou ukládány na SD kartu. Hlavní využití těchto kamer je zejména při měření v rozvaděčích el.energie, kontrola kabelových svazků, svorkovnic, transformátorů a vedení jak nn tak i vn. Kameru lze pomocí výměnných objektiv použít jak na kratší, tak i na delší vzdálenosti. Zaostřování je možné jak ruční tak i automatické. Kameru lze ovládat pouze jednou rukou. [6]

Díky tomuto úkolu jsem se naučil používat termokameru a bylo mi to velice platné při plnění dalšího úkolu, který mi byl zadán.

4.7 Úprava vzorků desek plošných spojů Ford Mondeo

Zadáním tohoto úkolu bylo takové, že jsem dostal dva stejné vzorky desek plošného spoje pro světlomet pro denní svícení do automobilu Ford. Na vzorcích jsem měl provést elektrické testy a následně podrobit tyto vzorky termografii. Termografie je metoda zjišťování teplot na povrchu měřeného zařízení či tělesa. Jeden ze vzorků jsem měl upravit na 24V verzi (obr.č.28), provést měření a posléze porovnat výsledky z obou měření prvního neupraveného a druhého upraveného vzorku. Tato úprava byla provedena, jelikož se chtělo otestovat zapojení, ve kterém se provede úprava schématu zapojení, tím pádem i redukce součástek na desce plošného spoje a ta se poté bude napájet 24V. To bylo způsobeno tím, že tyto světlometry s těmito deskami plošného spoje pro denní svícení by se měli použít do nákladního automobilu Scania, kde je napájení 24V. Pro tyto úpravy jsem měl k dispozici schéma zapojení, ve kterém můj vedoucí zakreslil veškeré změny, oproti zapojení pro 12V verzi. Také jsem dostal seznam součástek a schéma plošného spoje s osazenými součástkami. Následně jsem tedy provedl odpájením redukci součástek, které jsem měl zakreslené ve schématu, také bylo zapotřebí přerušit některé vodivé cesty, aby se od sebe odpojily jednotlivé bloky, které nebyly potřebné pro druhou verzi a také jsem provedl propojení, určených částí, drátovým spojem. Ve 24V verzi se změnilo paralelní zapojení LED na sériové. Dále po všech úpravách, bylo zapotřebí ověřit funkčnost takto upraveného vzorku. Ke vstupním kontaktům jsem připojil vodiče z napájecího zdroje. Z počátku bylo nastaveno nižší napětí, a postupným zvyšováním napětí až na 24V, LED diody postupně začaly svítit. Takto jsem postupoval i při ověření funkčnosti prvního vzorku. Tím byla ověřena správná funkce obou vzorků a mohl jsem přistoupit k elektrickým měřením.

Na obou vzorcích jsem tedy provedl elektrická měření, pro zjištění proudu tekoucího obvodem: První vzorek (12V verze) byl testován na napětí 9V, 12V, 13,5V, 14V a 16V. Druhý vzorek (24V verze) byl testován na napětí 9V, 12V, 13,5V, 14V, 16V, 20V a 24V. Tabulka s výslednými hodnotami je zobrazena níže, jako tabulka č.9. Hodnota termografie ve stupních je zobrazena jako průměrná hodnota ve °C na obou stranách vzorků.

Tab.č.9 – Naměřené hodnoty proudu v obvodu při daném napětí

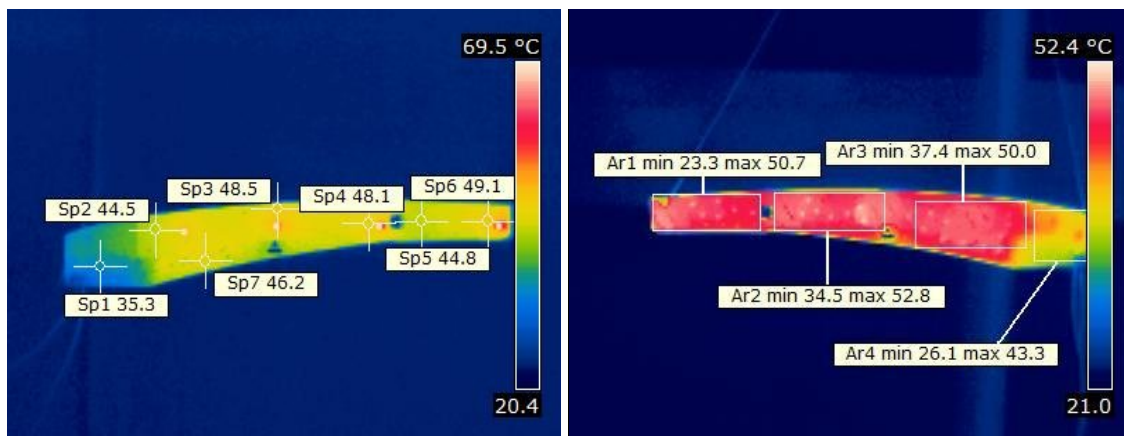
Vzorek č.1	12V - DRL				
U [V]	9	12	13,5	14	16
I [mA]	420	440	440	440	450
termografie při	14V	16V			
°C – přední strana	48	50			
°C – zadní strana	52	57			

Vzorek č.2	24V - DRL						
U [V]	9	12	13,5	14	16	20	24
I [mA]	10	30	110	150	220	230	230
termografie při	28V	32V					
°C – přední strana	49	53					
°C – zadní strana	52	59					

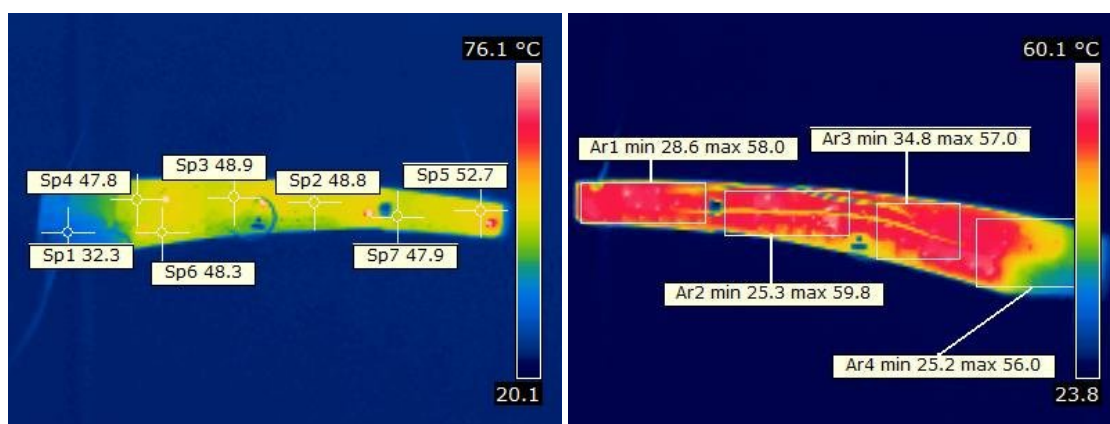
Po elektrických měření, jsem přistoupil k termografickým měřením. Ty se provádějí pomocí termokamery FLIR. Vzorky se musely načernit, vzorky se nasprejovaly černým sprejem z obou stran, protože, jak píší v kapitole 4.6, měření se nejlépe provádí na černých tělesech, které mají emisivitu 0,98-1. Jestliže by se vzorky nenačernily, jejich emisivita by byla velice nízká (emisivita lesklých těles je pod 0,5), a proto by se velice obtížně měřila termografie, je dokonce možné, že by termografické měření nebylo možné. Každý vzorek jsem měřil následovně. Měření probíhalo vždy na dvě zadaná napětí. U první 12V verze byla měřena termografie na 14V a 16V. Načerněný vzorek se zavěsil na držák, jelikož se nesmí měření předmět držet v ruce, protože by termokamera zaznamenala i teplo, které vydává lidské tělo, následně jsem na něj připojil vodiče ze zdroje, na kterém bylo nastaveno napětí 12V. Musí se počkat, asi 20 minut, až se vzorek dostane na provozní teplotu a následně jsem provedl focení několika snímků přední strany vzorku pomocí termokamery. Poté jsem vzorek na závěsu otočil, počkal asi 20 minut, kvůli manipulaci ze vzorkem, aby měření neovlivnilo moje teplota opět jsem pořídil několik snímků zadní strany vzorku při tomto napětí. Tento postup se opakoval i pro napájecí napětí 16V. Po odměření 12V verze, jsem přistoupil k měření 24V verze. Postup byl opět obdobný jako u předchozího měření s tím rozdílem, že jsem připojil, že napájecí napětí ze zdroje bylo 28V a 32 V. Opět jsem provedl několik snímků z přední i zadní strany pro daná napětí. Fotky s termografií jsem poté stáhl do složky programu Flir QuikReport a zpracoval do protokolu o měření. Jak píší v kapitole 4.6 je možné pomocí tohoto programu upravit, nastavit veškeré parametry, které jsme nezadali při měření v termokameře. V programu jsem na snímcích vybral body nebo oblasti, kde je větší tendence k přehřívání, pro zhodnocení jestli termografické zkoušky odpovídají předpokladům. Zadní strana byla více tepelně namáhána a to je způsobeno vyšší integrací součástek (na jednom místě je větší počet tranzistorů, rezistorů atd.). Uvádím zde několik ukázek obrázků (obr.č.29, obr.č.30) z termokamery, na kterých jsou v programu QuikReport označeny body a oblasti s teplotami.



Obr.č.28 – Osazená deska plošného spoje DRL, upravená 24V verze



Obr.č.29 – Fotky z termokamery, levý obr. pření strana 14V, druhý obr. zadní strana 16V



Obr.č.30 – Fotky z termokamery, levý obr. pření strana 24V, druhý obr. zadní strana 32V

Potvrdil se předpoklad, že při redukci součástek na desce plošného spoje a současném zvýšení napětí, klesne proud. Proud na upraveném vzorku klesl na poloviční hodnotu. Z naměřených hodnot pro vzorek č.1 jde vidět, že při napětí 9V je v obvodu proud 420 mA, a je zde už viditelné světlo. U upraveného vzorku č.2 je slabě viditelný svit při už při napětí 9V a jasný svit je při napětí 16V a procházejícím proudem 220 mA. Oteplení plošného spoje na přední části bylo vždy nižší vůči straně zadní. Ta se zahřívala více, jelikož je zde větší integrace součástek než na přední straně desky plošného spoje. Veškeré výsledky jsem předal vedoucímu, všechny naměřené tabulky a vypracovanou zprávu z tohoto měření. Vzorek č.2, zredukovaný o všechny součástky a upravený podle zadání, zůstal stejné velikosti a měl by v takovém provedení být schopný provozu v nákladním automobilu při palubním napájení 24V. Navíc jistá výhoda by mohla být v tom, že osazená deska plošného spoje, na které by bylo méně součástek, to by mohlo vést k případnému úpravě desky plošného spoje, jejímu zmenšení a ve výsledku by mohla být i cena o něco nižší.

4.8 Návrh třetího brzdového světla BMW E70

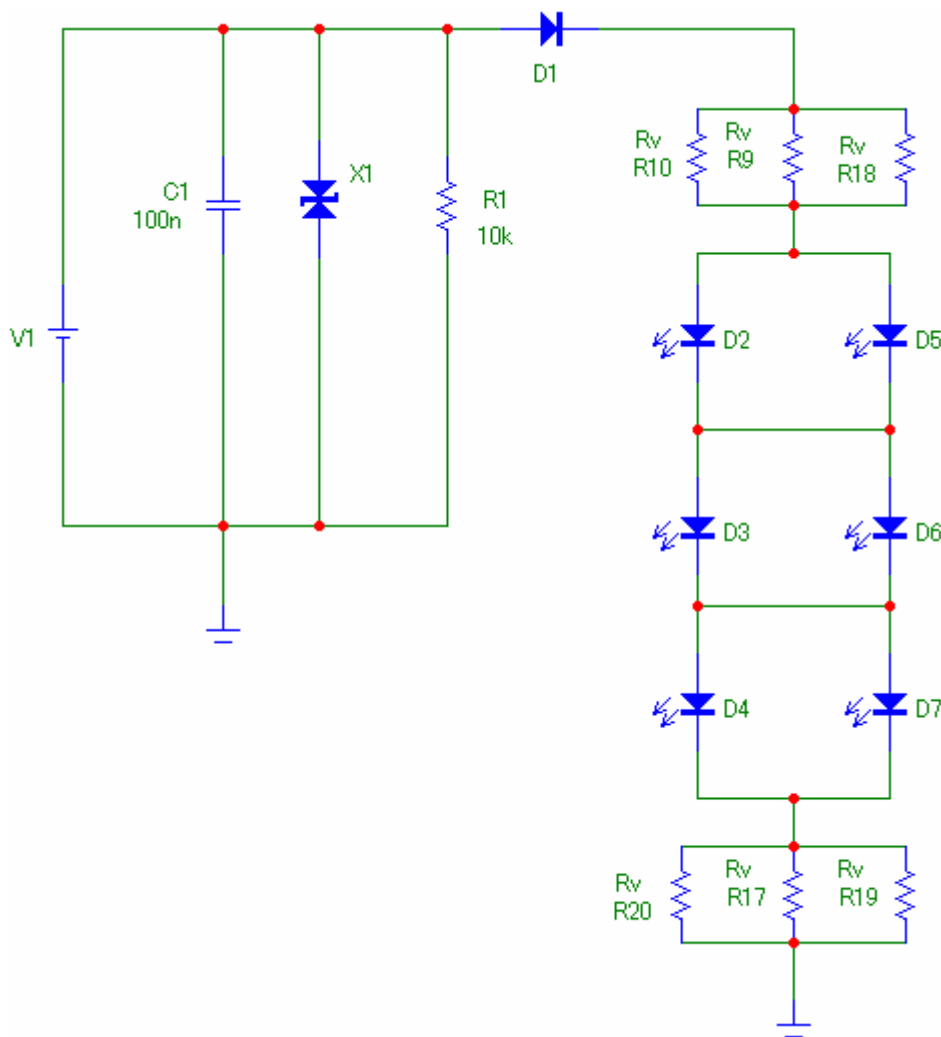
U tohoto úkolu jsem dostal následující zadání a informace. Měl jsem navrhnout a nasimulovat zapojení třetího brzdového světla, případně si vypočítat potřebné hodnoty, které by byly nutné k dalšímu postupu v úkolu. Pozor jsem měl dávat na správné hodnoty součástek při různých teplotních podmínkách. Pro tento návrh jsem obdržel požadavky na samotný elektrický obvod, respektive požadavky na vlastnosti LED diod v zapojení. To se mělo skládat z předřadných rezistorů, LED diod společnosti Osram – LAE6SF a LED diod LAE65F červené barvy, kdy proud LED diodou měl být 45 mA. Toto zadání mělo dvě části, a to že v prvním případě bude zapojení obsahovat 6 LED diod (LAE6SF) – toto platí pro umístění třetího brzdového světla za průhledným, čirým sklem, a další zapojení mělo obsahovat 18 LED diod (LAE65F) – umístění třetího brzdového světla za tmavým sklem. Větší počet diod je zřejmý, je použit kvůli umístění za tmavým sklem, tak aby bylo zajištěna dobrá viditelnost svitu přes toto tmavé sklo. LED dioda LAE65F se používá u tmavé verze také proto, že na rozdíl od diody používané u čiré verze má vyšší svítivost, toto lze zjistit v datasheetech LED diod. [8]

Takovéto zapojení lze realizovat tak, abychom byly schopni získat v obvodu požadovaný proud od zadavatele, že proudy tekoucí diodami zajistíme buď pomocí předřadných odporů (můj případ), nebo pomocí zdroje konstantního proudu, nebo pomocí DC/DC měniče. Každý takový napájecí obvod má své výhody a nevýhody. Předřadné rezistory, zapojení jsou jednoduchá a toto řešení je relativně levné, ale nevýhodou je, že se může kolísat proud a tím pádem kolísá i jas LED. Účinnost tohoto zapojení je 40-50%. Toto zapojení se používá u zadních světlometů nebo třetích brzdových světel. Zapojení se zdrojem konstantního proudu má vyšší účinnost, až 50-60%, výhodou je dobrá regulace proudu (jasu), je to relativně jednoduché zapojení a cena (při tom, když je vše na jednom plošném spoji). Nevýhodou jsou opět ztráty a teplotní problémy tranzistorů. Použití nalezneme ve světlometech pro denní svícení. Napájení pomocí DC/DC měniče, má vysokou účinnost, 80-90%, umožňuje perfektní regulaci proudu a možné řídit pomocí PWM. Nevýhodou je však relativně vysoká cena, problémy s EMC a je obvykle nutné použít mikroprocesor a software. Aplikace je v hlavních LED světlometech, také ve světlometu pro denní svícení.

Přistoupil jsem k realizaci tohoto úkolu. Nejprve jsem si načrtl schéma zapojení pouze na papír, a prokonzultoval jsem tuto možnost s mým vedoucím. Tato možnost nebyla možná, kvůli nesprávnému zapojení a množství rezistorů. Poté jsem dostal „vzorové“ zapojení z jiného projektu, ale ta realizace byla podobná. Toto schéma jsem trochu upravil, konzultoval, a mohl jsem následně přistoupit k realizaci v simulačním programu MicroCap. Dle rady mého vedoucího jsem do zapojení použil tyto prvky:

Kondenzátor C1 s kapacitou 100nF, ten je navržen na maximální napětí zdroje, součástku Transil X1, jedná se o polovodičovou součástku, která slouží jako ochranný prvek, chrání obvod před napěťovými špičkami. Dále rezistor R1 s odporem 10kΩ, diodu D1, která opět jako ochrana, nyní bloku s LED diodami. Předřadné rezistory, které slouží k nastavení proudu, který poteče diodami. A dále samotné LED diody. S těmito požadavky jsem sestavil schéma zapojení (viz obr.č.31), ve kterém jsem měl dodržet následné parametry. Na LED diodách má být dle zadání 45 mA. Obvod je testovaný pro dvě hodnoty napětí a to 13,5V (toto je běžné testovací napětí) a napětí 16V. Dále se zapojení testuje pro hodnoty teplot, běžných 25°C (toto je běžná testovací teplota) a teplotu 80°C. Při této teplotě jsem si musel dát pozor na správné

dimenzování rezistorů, jelikož maximální přípustná hodnota výkonu P je pro tuto teplotu 190mW. V podstatě je nutné první otestovat zapojení s napětím 16V a teplotou 80°C. Na toto nastavení správně dimenzovat velikost rezistorů a pak otestovat zbylé kombinace testovacích hodnot. Také obvod musí vydržet zatížení 17V při teplotě 60°C a toto zatížení se testuje podobu jedné hodiny. Pro usnadnění, jsem si ve schématu definoval parametr R_v , kterému jsem přiřadil vždy hodnotu předřadného rezistoru, jelikož všechny předřadné rezistory jsou stejné hodnoty, abych nemusel při případné změně nastavovat odpor ve vlastnostech součástky, tak jsem si vytvořil tento parametr.



Obr.č.31 – Schéma zapojení třetího brzdového světla s 6 LED

Po předvedení modelů pro 6 LED diod a 18 LED diod a jeho zkontrolování mě bylo řečeno, že LED diody se nacházejí ve skupinách, které definují minimální a maximální hodnotu propustného napětí diody. Ve fázi návrhu se ještě neví, s jakou skupinu bude zapojení realizováno, tak musí vývojový pracovník navrhnout zapojení pro všechny napětové skupiny. Takže jsem se opět vrhl na návrh. V datasheetu pro jednotlivé LED diody, jak pro verzi se 6 LED tak i pro verzi s 18 LED, jsem si našel napětové zmíněné napětové skupiny. Od vedoucího jsem dostal model, kde byly dané napětové skupiny definovány a podle toho to modelu jsem sestavil modely pro všechny skupiny.

Pro model se 6 LED jsem použil pro různé napětové skupiny tyto hodnoty předřadného odporu, jehož hodnota vyhovovala požadavkům zadání: Skupina 3A – $R_v = 155\Omega$ (zde bylo použito 8 předřadných odporů s touto hodnotou, byl zvolen tento počet, kvůli rozložení výkonů na jednotlivých rezistorech, aby hodnota výkonu odpovídala tomu, co jsem popsal výše), skupina 3B - $R_v = 145\Omega$ (opět 8 předřadných rezistorů, skupina 4A - $R_v = 102\Omega$ (použito 6 předřadných rezistorů), skupina 4B - $R_v = 96\Omega$, skupina 5A - $R_v = 88\Omega$. Pro model s 18 LED jsem použil pro napětové skupiny tyto hodnoty rezistorů: 3A – $R_v = 55\Omega$ (zde bylo použito 18 předřadných rezistorů s touto hodnotou), skupina 3B - $R_v = 48\Omega$ (použito 18 předřadných rezistorů), skupina 4A - $R_v = 45\Omega$, skupina 4B - $R_v = 42\Omega$, skupina 5A - $R_v = 39\Omega$. Hodnoty napětových skupin jsou k dispozici v datasheetu LED diod.

Po otestování pro zadaná napětí a správném nastavení rezistorů, respektive jejich dimenzování výkonů na zadané teploty, jsem svou práci předvedl vedoucímu. Při simulaci jsem se pokoušel co nejlépe toto zapojení navrhnout, aby případné schéma zapojení bylo v případě použití při návrhu desky plošného spoje v programu PCB Editor co nejvýhodnější. Důležité je správně zvolit rozložení LED diod, jejich maticí, a rozložení předřadných rezistorů, které určují proud LED diod a také se musí brát veliký ohled na správné dimenzování rezistorů v rámci teplotních vlastností, jelikož špatnou hodnotou by mohli dojít k nefunkčnosti obvodu. V Příloze VIII jsem zobrazil nasimulované schéma zapojení pro třetí brzdové světlo s 6 LED diodami se zobrazenými proudy (modré hodnoty), výkony (červené hodnoty) a napětím v obvodu (fialový rámeček. V Příloha IX jsem zobrazil nasimulované schéma zapojení pro třetí brzdové světlo s 18 LED diodami.

5. Uplatněné znalosti a dovednosti na odborné praxi získané v průběhu studia

Během absolvování mé individuální odborné praxe jsem při vykonávání zadaných úkolů byl schopný využít mnohé znalosti a dovednosti, které jsem získal během mého bakalářského studia na VŠB – TU v Ostravě. Jednalo se o znalosti z předmětu Základy použití počítačů, ve kterém jsem získal hlavně znalosti využití balíku MS Office, jelikož jsem zpracovával veškeré naměřené výsledky, vytvářel grafy a využíval funkce programu MS Excel a následně jsem vypracovával zprávy z měření pomocí programu MS Word. Tyto znalosti mě také velkou mírou napomohly k vypracování této závěrečné práce. Dále jsem využil znalosti z předmětu Elektronika, kde jsme probírali veškeré vlastnosti elektronických prvků, hlavně co se týče LED diod, rezistorů, kondenzátorů, tranzistorů a diod, které jsem používal při plnění některých z úkolů. Využity byly i znalosti z předmětů Teorie obvodů I,II, ve kterých jsme zabývali analýzou elektronických obvodů. Tyto poznatky byly rovněž využity. Nesmím zapomenout také na předmět Elektrická měření, poznatky z tohoto předmětu jsem využil při elektrických měření, které jsem prováděl, a také při nastavování a používání různých měřicích a pomocných přístrojů, které byly potřebné k dokončení různých úkolů. Také nesmím zapomenout na předmět Bezpečnost práce v laboratořích FEI, kde jsem získal poznatky pro o bezpečnosti práce s elektronickými zařízeními atd. V neposlední řadě chci zmínit také předmět Modelování a simulace elektronických systému, který jsem absolvoval v pátém semestru, ve kterém jsem se naučil pracovat s programem OrCad, a následně tyto poznatky využil při práci se simulačním programem MicroCap, který je sice jiný, ale v principu je podobný, takže tyto poznatky jsem mohl využít, kdy jsem sestavoval simulační modely, LED diod, také obvodů s diodami a jednoduchých obvodů pro ověření různých výsledků z měření. Zmínit zde mohu i předmět Základy fyziky, ze kterého jsem využil alespoň v teoretické rovině základní poznatky o optice.

6. Scházející znalosti a dovednosti v průběhu odborné praxe

Jako první věc, a velice důležitou chci zmínit veliký důraz kladený na jazykové znalosti. V dnešní době je v praxi znalost cizích jazyků velice důležitá a navíc, když pracujete ve firmě, která dceřinou společností zahraniční firmy (Hella Autotechnik je dceřinou společností německé nadnárodní společnosti), je tento hendikep znát. Z anglickým jazykem jsem větší problémy neměl, většina manuálů a datashhetu jsou angličtině, ačkoliv zdokonalovat svůj anglický projev musím neustále, hlavně mluvené slovo, ale problémy jsem měl s německým jazykem. Firma Hella je totiž. Jelikož jsem na vysoké škole německý jazyk neměl, základy mám, ale byl to v některých případech problém, opět jsem měl k dispozici manuály a různé dokumenty v němčině. Toto cítím jako veliký nedostatek, ve kterém by se v případě nutnosti dalo zdokonalit. Také k celkovému zdokonalení v oblasti elektroniky a elektrotechniky je také důležité si prohlubovat znalosti v tomto oboru. Pocítil jsem také nedostatky s neúplnou znalostí některých vlastností elektronických prvků, dimenzování součástek apod.. Také jsem poprvé pracoval v týmu a větším kolektivu, proto by to chtělo získat větší znalosti oblasti řízení, managementu.

7. Závěr

7.1 Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe

Během absolvování odborné praxe jsem dostal zadáno několik úkolů, ty byly většího nebo menšího rozsahu. V tomto vypracování jednotlivých úkolů jsem se vždy pokoušel uplatnit teoretické i praktické znalosti, které jsem získal během mého bakalářského studia. Všechny úkoly, na kterých jsem pracoval, nebo se na nich podílel se povedlo dotáhnout do zdárného konce. Za úspěch považuji všechna zdárná měření, testy a jejich výsledky, které byly nadále užitečné pro mé kolegy v provádění dalších úkonů. Jako například měření a testování nových LED pro projekt BMW E70, kdy jsem proměřil a provedl veškeré potřebné testy a důležitý test svítivosti na goniofotometru. Také vytváření, respektive měření VA charakteristik LED diod, při různých podmínkách provozu, případně vytváření nových teplotně přizpůsobených modelů v programu MicroCap. Také osazení desek plošných spojů SMD technologií, které byly následně použity k dalším testům. V nemalé míře teplotní testy vzorků různých desek plošných spojů a následné jejich teplotní vyhodnocení.

7.2 celkové zhodnocení

Během odborné praxe jsem získal mnoho nových znalostí a zkušeností teoretického i praktického smyslu. Jako velkou zkušenost vidím to, že jsem si mohl vyzkoušet práci na takovém oddělení, kde jsem působil, ve větším kolektivu lidí a v kolektivu odborníků, kteří spolu velice flexibilně spolupracují a každý z nich se snaží odvést co nejlépe svou část úkolu tak, aby všechna práce vedla ke zdárnému dokončení projektů. Také při absolvování odborné praxe jsem mohl poznat jaký je chod takového oddělení. Kolegové byli vždy vstřícní a pokaždé se mi pokusili pomoci při jakékoliv nejasnosti, ke které jsem došel. Mohl jsem si ověřit některé znalosti a dovednosti, které jsem získal v průběhu mého bakalářského studia a zjistil jsem také, které znalosti mi scházejí a je potřeba je doplnit.

Tuto odbornou praxi můžu hodnotit kladně a byla pro mě velikým přínosem a bohatou zkušeností. Ale musím říci, že kdybych měl znovu před sebou volbu, zda absolvovat odbornou praxi ve firmě nebo zpracovávat bakalářskou práci, určitě by tato volba bylo mnohem složitější, ne z důvodu, že bych praxi absolvovat nechtěl, ale z důvodu docela velkého časového vytížení, které se muselo synchronizovat se školou, s praxí a běžným životem. Přesto stále budu tvrdit, že praxe byla velice naučná a zajímavá a jsem rád, že mě tuto možnost škola dala. Škola tím dává možnost studentovi si případně vybrat zaměstnání, které by chtěl v budoucnu vykonávat a vyzkoušet si to, jaký je pracovní cyklus a jestli může očekávat od práce to co předpokládal.

Seznam použité literatury

- [1] Hella Autotechik, s.r.o. Mohelnice, *O firmě* [Online]. c2001, [citováno 2010-2-24].
Dostupné z URL:
<http://www.hella.com/produktion/HellaPortal/WebSite/Internet_cz/Internet_HAT_cz/OFirme/OFirme.jsp>
- [2] Hella Autotechik, s.r.o. Mohelnice, *Vývoj světlometů, Elektronici* [Online]. c2001, [citováno 2010-2-24]. Dostupné z URL:
<http://www.hella.com/produktion/HellaPortal/WebSite/Internet_cz/Internet_HAT_cz/Technologie/Development/Development.jsp>
- [3] Hella Autotechik, s.r.o., *Historie*. [Online]. [citováno 2010-2-24].
Dostupné z URL: <<http://www.hella.cz/index.php?link=historie>>
- [4] Cit International, s.r.o., *LED osvětlení* [Online]. c2008, [citováno 2010-3-5].
Dostupné z URL: <<http://www.citworld.com/index.php?module=products&view=3>>
- [5] MIŠUREC, Jiří a kol., *Konstrukce elektronických zařízení-návrh plošných spojů*. Brno. VUT Brno. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. 2009. [PDF dokument].
- [6] TMW SS, spol. s.r.o. *Termovizní systémy FLIR pro oblast elektro a strojírenství*. Praha. [PDF dokument].
- [7] HW server, s.r.o. *Simulace elektronických obvodů s využitím programu Micro Cap*. [Online]. c2001-2009, [citováno 2010-3-29]. Dostupné z URL: <<http://hw.cz/Teorie-a-praxe/Programovani/ART1380-Simulace-elektronickych-obvodu-s-vyuzitim-programu-Micro-Cap-8---I.-dil.html>>
- [8] Osram, *Datasheets*. [Online]. c2010, [citováno 2010-4-16]. Dostupné z URL:
<http://catalog.osramos.com/catalogue/catalogueSearch.do?act=preSearchProcess&searchType=1&subIndex=&sortMethod=sort_column&sortOrder=asc&queryMethod=or&keyword=&submitButton=search>

Seznam obrázků

- Obr.č.1 – Přídavná LED světla pro DRL svícení
- Obr.č.2 – Společnost Hella Autotechnik, s.r.o. Mohelnice
- Obr.č.3 – Mapa České republiky s vyznačením umístění Helly Autotechnik,s.r.o. Mohelnice
- Obr.č.4 – Ukázka světlometu – světlomet Audi A8
- Obr.č.5 – Foto jednoho vzorku třetího brzdového světla BMW E70
- Obr.č.6 – Ukázka měření jump startu, zobrazení jednoho měřícího cyklu
- Obr.č.7 – LED dioda CREE
- Obr.č.8 – Graf degradace LED diod Cree, měřeno pomocí goniofotometru
- Obr.č.9 – LED dioda osazená na plošném spoji, který je připevněn na chladiči s měděným páskem
- Obr.č.10 – PN přechod v propustném směru
- Obr.č.11 – Schématická značka LED diody
- Obr.č.12 – VA charakteristika diody
- Obr.č.13 – Schéma zapojení pro měření LED diody
- Obr.č.14 – VA charakteristika LED v propustném směru, LED „ve zduchu“
- Obr.č.15 – VA charakteristika LED v propustném směru, LED na desce plošného spoje
- Obr.č.16 – VA charakteristika LED v propustném směru, LED na desce plošného spoje+chladič
- Obr.č.17 – Výkonový rezistor společnosti Vishay s vlastním chladicím pouzdem
- Obr.č.18 – LED dioda Osram Golden Dragon
- Obr.č.19 – Schéma zapojení pro měření VA diody Golden Dragon
- Obr.č.20 – VA charakteristiky LED diody, se vzduchovou mezerou a připájené těsně na PCB
- Obr.č.21 – Simulační schéma obvodu z programu MicroCap
- Obr.č.22 – VA char. LED Golden Dragon ze simulačního programu MicroCap
- Obr.č.23 – VA charakteristiky s napětím na LED
- Obr.č.24 – Osazená deska plošného spoje pomocí SMD technologie (1.)
- Obr.č.25 – Osazená deska plošného spoje pomocí SMD technologie (2.)
- Obr.č.26 – Termokamera Flir
- Obr.č.27 – Ukázka fotografie s termokamery vybraným teplotním bodem
- Obr.č.28 – Osazená deska plošného spoje DRL, upravená 24V verze
- Obr.č.29 – Fotky z termokamery, levý obr. pření strana 14V, druhý obr. zadní strana 16V
- Obr.č.30 – Fotky z termokamery, levý obr. pření strana 24V, druhý obr. zadní strana 32V
- Obr.č.31 – Schéma zapojení třetího brzdového světla s 6 LED

Seznam tabulek

Tab.č.1 – Výsledné naměřené hodnoty proudů při funkční zkoušce

Tab.č.2 – Hodnoty rozmezí proudů

Tab.č.3 – Výsledky testu Jump start

Tab.č.4 – Hodnoty naměřených proudů při hodinovém testu přepětí

Tab.č.5 – Test přepólování

Tab.č.6 – Výsledky finální funkční zkoušky na odběr proudu

Tab.č.7 – Naměřené hodnoty svítivosti z goniofotometru

Tab.č.8 – Přibližný úbytek napětí na barevných LED diodách

Tab.č.9 – Naměřené hodnoty proudu v obvodu při daném napětí

Seznam příloh

Příloha I: Obrázek "Open Space" - velkoprostorová kancelář HAT – LME.

Příloha II: Osazená deska plošného spoje (PCB) BMW E70.

Příloha III: Tabulka pomalého poklesu a vzestupu napětí.

Příloha IV: Obrázek – Goniofotometr.

Příloha V: VA charakteristika LED diod, měřeno při různých podmínkách, zobrazeno napětí a proud pouze na LED diodě.

Příloha VI: Náhled okna a pracovní plochy programu MicroCap.

Příloha VII: VA charakteristiky z programu MicroCap, při různých teplotách.

Příloha VIII: Nasimulované schéma zapojení pro třetí brzdové světlo s 6 LED diodami a zobrazenými proudy, výkony a napětím v obvodu.

Příloha IX: Nasimulované schéma zapojení pro třetí brzdové světlo s 18 LED diodami